

**Flavian Farcas**

## **Mecatronica automobilului**

Lucrarea se adreseaza in primul rand studentilor sectiei de Mecatronica ai Facultatii de Mecanica. Intrucat in cadrul sectiei nu a mai fost parcursa nici o disciplina legata de calculul si constructia automobilului am considerat necesara , mai intai, o prezentare generala a autovehiculelor rutiere, a componentelor si subsistemelor mecanice, fara insa a trata exhaustiv elementele de calcul.

Pe parcurs se analizeaza constructia si modul de functionare a principalelor sisteme mecatronice din automobile, cu accent asupra utilitatii practice a acestora.

## Cuprins:

1. Automobilul. Definiere. Clasificari. Componente de bază și funcțiile lor. ....	4
2. Componente de bază ale A.R. ( Autovehicule Rutiere ). Soluții de organizare.....	5
2.1. Motorul.....	8
2.2. Ambreiajul.....	10
2.3. Cutia de viteze.....	13
2.4. Reductorul-distribuitoare.....	23
2.4. Transmisia longitudinală.....	23
2.5. Puntea spate.....	25
2.6. Transmisia centrală.....	26
2.7. Diferențialul.....	27
2.8. Arborii planetari.....	28
2.9. Mecanisme de ghidare a roților.....	30
2.10. Puntea față.....	32
2.11. Sistemul de direcție.....	37
3. Mecatronica în tehnologia auto.....	39
4. Tipuri de senzori și transductoare în tehnologia auto.....	47
4.1. Măsurarea temperaturii.....	49
4.2. Traductori de presiune.....	53
4.3. Măsurarea debitului de aer.....	57
5. Managementul electronic al motorului.....	59
5.1. Circuitul de admisie aer.....	61
5.2. Circuitul de alimentare cu benzină.....	64
5.3. Gestionarea motoarelor prin injecție pe benzină.....	75
5.4. Gestionarea motoarelor prin injecție pe motorină.....	87
6. Mecatronica sistemului de frânare.....	99
6.1. Acționarea mecanică a franelor.....	101
6.2. Acționarea electrică a franelor.....	114
6.3. Anti Blocking System.....	114
7. Mecatronica sistemului de direcție.....	130
7.1. Servomecanisme de direcție.....	130

7.2. Servomecanisme hidraulice.....	132
7.3. Servomecanisme electrice.....	134
7.4. Sisteme de directie asistata variabil.....	141
7.5. Sisteme de directie asistata variabil hidraulic.....	144
7.6. Sisteme de directie asistata variabil electric.....	145
7.7. Sisteme de directie asistata variabil mixt.....	147
8. Programul ESP (Electronic Stability Program).....	149
8.1. Rolul ESP.....	149
8.2. Componentele si functionarea ESP.....	156
9. Elemente mecatronice pentru asigurarea confortului.....	165
9.1. Stergerea parbrizului.....	165
9.2. Sistemul airbag.....	185
9.3. Centura de siguranta.....	219
9.4. Pretensionatorul.....	227
10. Faruri adaptive.....	230
10.1. Evolutia iluminarii la automobile.....	231
10.2. Tipuri de faruri adaptive.....	238
11. Bibliografie.....	247

## **1.. Automobilul. Definiere. Clasificari. Componente de bază și funcțiile lor. Principii constructive**

*Definiere. Autovehiculul este un vehicul autopropulsat, ce se poate deplasa pe drum sau pe teren neamenajat. Autovehiculul se poate deplasa pe roți (cel mai frecvent), sau pe șenile, patine etc. Autovehiculele rutiere sunt în general autovehicule pe roți, care sunt suspendate elastic pe cel puțin trei roți.*

Autovehiculele rutiere pe roți, carosate, se numesc automobile.

Clasificări:

- după destinație;
  - pentru transportul persoanelor,
  - pentru transportul marfurilor,
  - speciale.
- după tipul transmisiei;
  - cu transmisie mecanică: -în trepte,  
-continuă.
  - cu transmisie hidraulică,
  - cu transmisie electrică,
  - cu transmisie mixtă (hidromecanică, electromecanică etc)
- după capacitatea de trecere;
  - normală (care se pot deplasa pe drumuri amenajate sau neamenajate, cu suprafață tare, nedeformabilă),
  - cu capacitate de trecere marită ( se pot deplasa pe orice tip de teren )

Autovehiculele rutiere destinate transportului de persoane sunt:

Autoturisme: -deschise  
-închise

Acestea se clasifica după capacitatea cilindrică în :

- foarte mici: < 600 centimetri cubi;
  - mici: de la 600 la 1300 centimetri cubi;
  - mijlocii: de la 1300 la 2500 centimetri cubi;
  - mari: peste 2500 centimetri cubi.
- Autobuze: - microbuze: 8-14 locuri,



-autobuze: -mici, 14-30 locuri

-mijlocii, 30-50 locuri

-mari , >50 locuri

## **2.Componente de bază ale A.R. ( Autovehicule Rutiere ). Soluții de organizare.**

Construcția autovehiculului conține următoarele subansambluri:

- motorul: reprezintă sursa de energie,
- transmisia: asigură transmiterea puterii și a mișcării de la motor la roțile motoare. Transmisia

mecanică este formată din:

- ambreiaj,
- cutie de viteze,
- amplificator de cuplu,
- transmisia centrală,
- diferențial,
- roți motoare.

În funcție de organizarea automobilului unele elemente pot lipsi.

- sistemul de rulare: realizează sprijinirea elastică a autovehiculului pe sol și transformă mișcarea de rotație în mișcare de translație. Sistemul de rulare este format din :

-punțile față și spate,

-suspensie,

-cadru,

-roți.

- Caroseria: este amenajată pentru transportul și protecția persoanelor precum și pentru instalarea unor echipamente. Caroseria asigură totodată forma estetică a automobilului și reducerea rezistenței aerodinamice.
- instalații și dispozitive auxiliare: măresc siguranța în circulație și în staționare, confortul și capacitatea de lucru.

În funcție de numărul de punți, autovehiculele se împart în:

- AR cu două punți în variantele:
  - 4x2, patru roți: două motoare,
  - 4x4, patru roți: toate motoare,
- AR cu trei punți, ( una față și două spate ),

- 6x2: tracțiune pe o punte spate,
- 6x4: tracțiune pe două punți spate,
- 6x6: tracțiune pe toate punțile.

În ceea ce privește amplasarea motorului se folosesc următoarele soluții:

- în față: la autoturisme,
- în spate: la autoturisme și autobuze,
- între cabină și platformă: la autocamioane,
- sub podeaua cabinei: la autobuze.

Ansamblul format din motor, transmisie și roți motoare formează echipamentul de tracțiune.

Disponerea elementelor din echipamentul de tracțiune a condus la următoarele soluții:

a) La autoturisme

- soluția clasică; motorul în față, tracțiunea pe spate

Avantaje:

- elasticitate mare în organizarea construcției automobilului
- încărcare uniformă a punților
- spațiu suficient pentru reparații
- simplitate în construcția cutiei de viteze

Dezavantaje:

- reducerea stabilității prin ridicarea centrului de greutate
- greutate mică pe puntea motoare cu implicații negative asupra aderenței la sol
- vibrații la transmisia longitudinală
- costuri suplimentare date de transmiterea puterii și a mișcării de la motor la puntea motoare

- soluția totul în față: implică gruparea motorului și a transmisiei în partea din față a autovehiculului, roțile de direcție fiind și roți motoare.

Avantaje:

- stabilitate marită la deplasare în linie dreaptă sub acțiunea vântului lateral și în viraje
- unghiul de derivă al punții față este mai mare decât cel al punții spate
- caracter subvirator (componenta laterală a forței centrifuge tinde să anuleze forța laterală a vântului, în timp ce la soluția clasică sau totul spate aceste forțe se suprapun )

- asigură o utilizare mai eficientă a spațiului total dat de caroserie
- crește stabilitatea prin coborârea centrului de greutate (lipsește axul cardanic)
- legătura simplă între motor și elementele transmisiei

Dezavantaje:

- uzura mărită a pneurilor față, pentru că roțile sunt atât motoare cât și de direcție
- la urcarea pantelor roțile din față se descarcă dinamic și se reduce aderența la sol
- transmiterea mișcării de la motor la roți implică utilizarea planetarelor care sunt o soluție scumpă

- soluția totul în spate: motor, transmisie, roți motoare

Avantaje:

- crește încărcarea dinamică a punții spate la urcarea pantelor, crește aderența la sol
- crește stabilitatea prin coborârea centrului de greutate

Dezavantaje:

- caracterul supravirator al autovehiculului
- instabilitatea în viraje
- instabilitate în condiții de aderență scăzută

În toate situațiile motorul poate fi amplasat longitudinal sau transversal, a doua variantă conducând la o stabilitate mai bună și la o construcție mult mai compactă.



Fig.1.1 Caracter Subvirator



Fig.1.2. Caracter Supravirator

**2.1.Motorul** , este sursa de energie a autovehiculului rutier. Motorul cu ardere internă (MAI) este un motor în interiorul căruia se produce arderea unui combustibil, căldura obținută prin ardere fiind transformată în lucru mecanic prin destinderea produselor arderii.

Deoarece arderea are loc în interiorul motorului, el constituie un motor termic în care produsele arderii intră în componența fluidului motor. Majoritatea aplicațiilor folosesc pistonul cu mișcare de

translație alternativă, în interiorul unui cilindru, mișcarea pistonului este transformată în mișcarea de rotație de către un mecanism bielă- manivelă, numit și mecanism motor.

Clasificare:

- după modul de aprindere:
  - MAS (motor cu aprindere prin scânteie)
  - MAC (motor cu aprindere prin compresie) – numit și Diesel
- după rapiditatea motorului, apreciată în funcție de viteza medie a pistonului  $W_{pm} = 10^{-3} \times S \times n / 30$  [m/s], S cursa pistonului in milimetri, n turația [rot/min]

Din acest punct de vedere există:

- motoare lente  $W_{pm}=4-6,5$  [m/s] sau  $n= 100-350$  [rot/min]
- motoare semirapide  $W_{pm}=6,5-10$  [m/s] sau  $n= 350-750$  [rot/min]
- motoare rapide  $W_{pm}> 10$  [m/s] sau  $n>750$  [rot/min]

Motoarele din cele trei clase comportă mari deosebiri de ordin constructiv (formă, dimensiuni, materiale) și funcțional (procedeu de aprindere, durabilitate, consult). Formula constructiv funcțională a pistonului se întemeiază pe dimensiunile sale fundamentale, adică diametrul cilindrului, D (numit și alezaj), și cursa pistonului, S, sau  $V_s$  – cilindreea, definite ca volumul descris de piston între cele doua poziții extreme ale deplasării lui (PMI. – punct mort inferior și PMS – punct mort superior). In general MAC sunt mai robuste si MAS mai suple.

Componentele de bază ale motorului sunt:

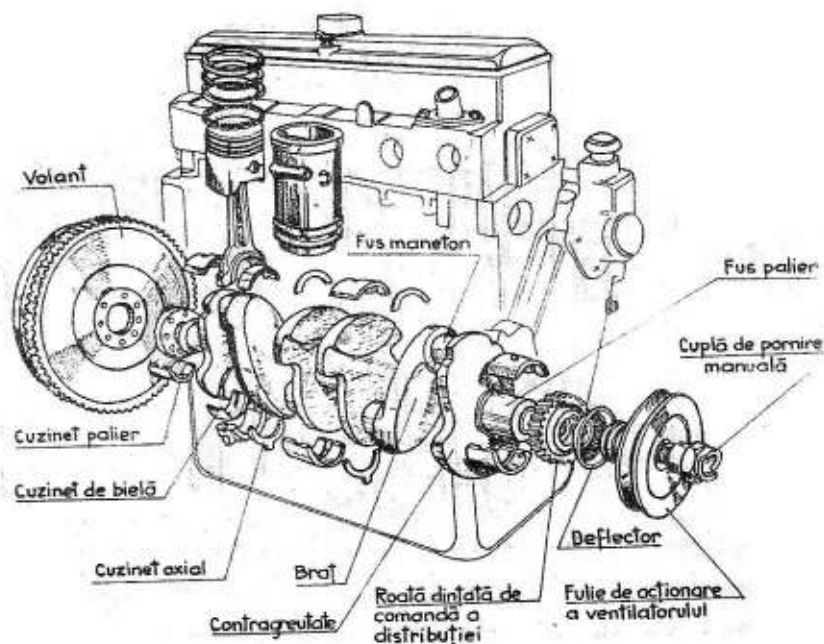


Fig. 2.1. Componente motor MAS

- carterul de fundație sau carterul inferior, susține celelalte componente precum și rezervorul de ulei pt instalația de ungere
- carterul superior (la motoarele ușoare blocul motor) pe care se fixează arborele cotit, dar și cilindrii în care evoluează pistoanele

- deasupra blocului de cilindri se montează chiulasa în care se montează componentele de alimentare, injectoare, componentele de aprindere la MAS și uneori organele de distribuție ale gazelor
- capacul chiulasei, cu rol general de protecție a organelor montate pe chiuloasă
- garnituri

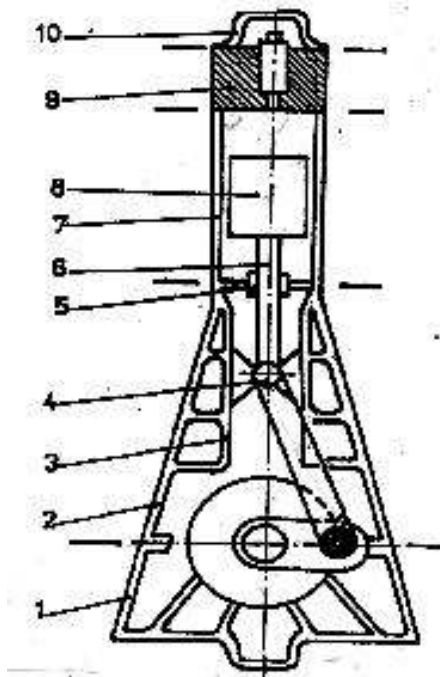


Fig.2.2 Componente MAC

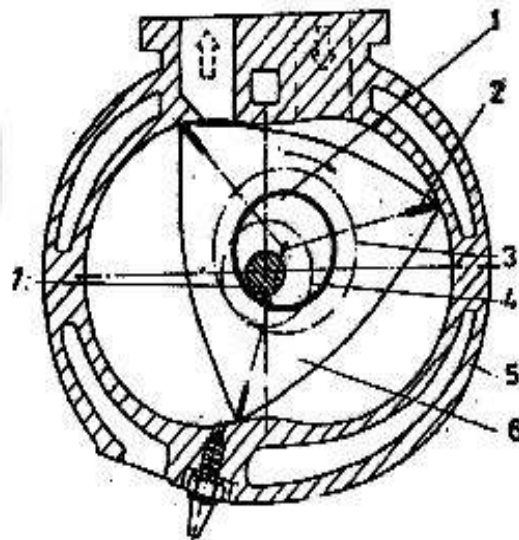


Fig. 2.3. Schema motor Wankel

La motoarele cu răcire cu aer, cilindrii nu mai sunt în blocul motor și obligatoriu, sunt prevăzuți cu nervuri de răcire. De cele mai multe ori, fiecare motor sau tip de motor are particularități constructive, prin lipsa sau adăugarea unor ansamble sau prin modul de fixare sau prelucrare a unor componente (cilindri separați sau direct prelucrați în blocul motor sau carterul superior, cilindri separați la răcirea cu aer, mod dispunere și loc de montaj al supapelor, distribuție, modul de transmitere al mișcării la instalațiile auxiliare).

Motorul Wankel este un motor cu aprindere prin scânteie, cu piston rotativ (construcție specială, diferită de motoarele clasice). Pistonul are forma unui triunghi echilateral și se rotește în carcasa, 5, care este constituită din două camere în formă de epitrochoidă. Etanșarea se realizează cu placuțele, 2, culisante în piston. Excentricul 1 de pe arborele 7 transmite mișcarea între arbore și piston. Pe o față a pistonului se fixează coroana dințată la interior 3 și se deplasează pe pinionul fix 4 care este coaxial cu arborele motor. Astfel, pistonul execută 2 mișcări compuse:

- rotație în jurul axei proprii
- rotație în jurul axului motor

**2.2.Ambreiajul**, are rolul de a decupla motorul de transmisia autovehicolului precum și de a asigura cuplarea progresivă a motorului cu transmisia. Decuplarea motorului de transmisie este necesară:

- la pornirea AR de pe loc;
- la schimbarea treptelor de viteză;
- la frânarea AR, atunci când turația motorului scade sub cea de funcționare în gol;
- la oprirea AR(staționare), motorul fiind în funcțiune;
- la pornirea motorului rece.

Cuplarea progresivă a motorului cu transmisia trebuie realizată:

- la plecarea de pe loc a AR, când trebuie cuplat motorul cu restul transmisiei care se găsește în repaus. Atunci când cuplarea are loc brusc, solicitările care apar pot produce deteriorarea unor organe ale transmisiei(placa sau discul de ambreiaj, bolțuri, șuruburi, danturi, etc.).
- după schimbarea treptei de viteză pentru micșorarea solicitărilor din elementele transmisiei.

Ambreiajul are și rol de element de siguranță protejând transmisia la apariția de suprasarcini, astfel, atunci când încărcarea transmisă depășește momentul static de frecare al ambreiajului, acesta patinează. Ambreiajul trebuie să răspundă următoarelor cerințe:

- decuplarea rapidă și completă a motorului de transmisie, asigurându-se o schimbare ușoară a treptei de viteză
- efort relativ mic din partea conducătorului auto pentru acționarea pedalei, la o cursă relativ mică a acesteia
- la cuplare trebuie evitate șocurile asupra pasagerilor și a organelor transmisiei
- evacuarea eficientă a căldurii în faza de patinare
- greutate proprie redusă
- dimensiuni reduse
- construcție simplă și ieftină

În funcție de principiul de funcționare, ambreiajele pot fi:

- mecanice(cu fricțiune), sunt cele mai utilizate iar funcționarea lor se bazează pe forțele de frecare dintre partea conducătoare și cea condusă
- hidraulice, transmit cuplul motor prin intermediul unui fluid de lucru
- electromagnetice, legătura între partea conducătoare și cea condusă se realizează prin intermediul câmpului electromagnetic

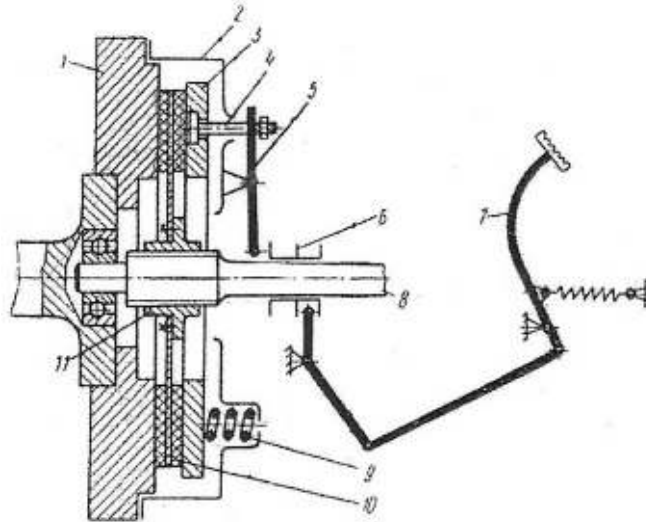
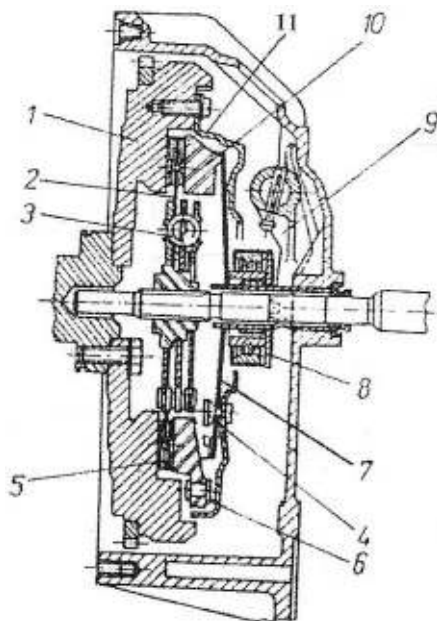


Fig. 2.4 .-Ambreiajul mecanic cu disc de fricțiune .

I -volant; 2-carcasa ambreiajului; 3-disc de presiune; 4-tija de actionare; 5-parghie de decuplare; 6-manson de decuplare; 7-pedala; 8-arborele ambreiajului; 9-arc; 10-disc de fricțiune; 11 -butucul discului.

În fig. 6. este prezentată schema de principiu a unui ambreiaj cu disc de fricțiune: permanent cuplat. Acesta este format din:

○ partea conducătoare, solidară. cu volantul (1), care conține carcasa (2), discul de presiune (3), tijele de acțiune (4), pârghiile de decuplare (5) și arcurile (9);



○ partea condusă, solidară cu arborele (8) ambreiajului, formată din discul de fricțiune (10), montat prin intermediul butucului (11) pe canelurile arborelui (8).

Fig. 2.5.Ambreiaj central tip diafragmă

1-volant; 2-disc de ambreiaj; 3-arc (elementul elastic al discului de fricțiune); 4-știft; 5-garnituri de fricțiune; 6-arc lamelar; 7-arc - diafragmă; 8-rulment de presiune; 9-pârghie de comandă; 10-disc de presiune; 11-carcasa.

Carcasa(11) ambreiajului, fixată cu șuruburi pe volantul (1), este prevăzută cu știfturile (4), ce servesc pentru prinderea și rezemarea arcului - diafragmă (7). Arcul (7) apasă asupra discului de presiune (10), care apasă, la rândul său asupra garniturilor de fricțiune (5) de pe discul de ambreiaj (2). Decuplarea ambreiajului se realizează prin deplasarea către stânga a rulmentului de presiune (8), prin intermediul pârghiei de comandă (9). Rulmentul (8) apasă asupra

zonei centrale a arcului diafragmă, care se rotește în jurul știfturilor (4) și eliberează astfel discul de presiune (10). Arcurile lamelare (6), fixate cu un capăt pe discul de presiune și cu cel de al doilea capăt pe carcasă (11), asigură îndepărtarea discului de presiune față de discul de ambreiaj.

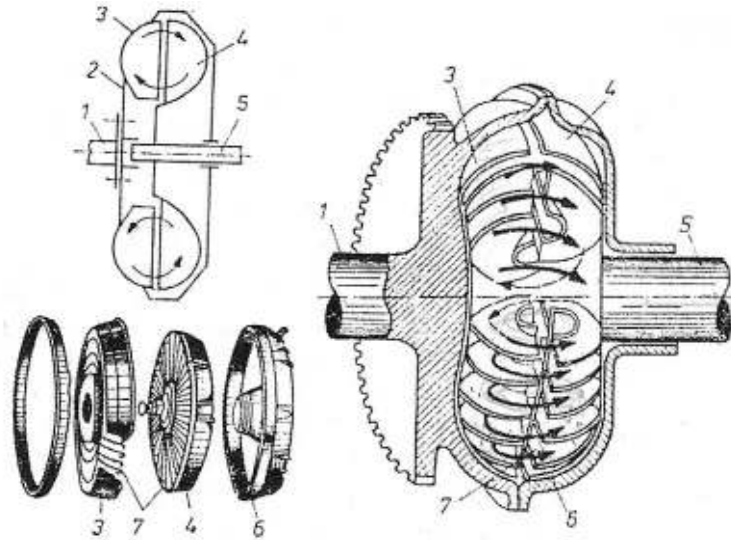


Fig. 2.6.- Ambreiaj hidraulic 1-arbore cotit; 2-flansa; 3-rotorul pompei; 4-rotorul turbinei; 5-arborele primar al cutiei de viteze; 6-carcasa; 7-palete.

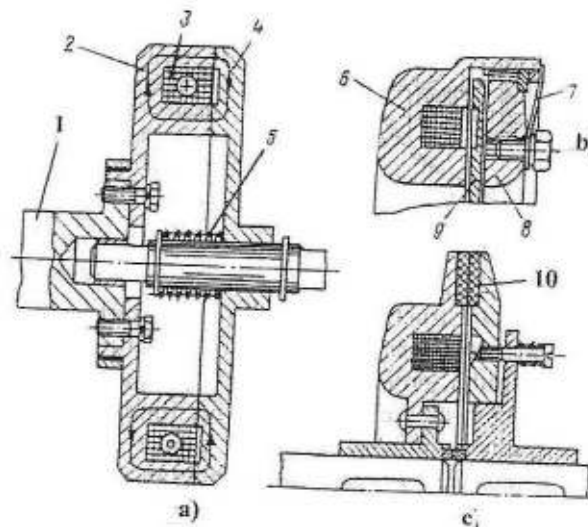


Fig.2.7. - Ambreiaj electromagnetic fără pulbere. 1- arbore cotit; 2, 6- disc conducător; 3-bobina; 4, 9-discuri conduse; 5, 7-arcuri; 8-disc de presiune

**2.3. Cutia de viteze.** Principala destinație a cutiei de viteze este aceea de a permite modificarea în limite largi a forței de tracțiune în corelație cu rezistența la înaintare.

În timpul deplasării AR, momentul la roțile motoare ( $M_r$ ), egal cu momentul rezistent, poate să varieze în limite foarte largi, în funcție de condițiile de deplasare (viteza, panta, calitatea drumului, etc) în timp ce cuplul efectiv al motorului ( $M_e$ ) nu poate varia decât în limite restrânse. Ca



urmare, pentru a se obține variații mari ale cuplului la roată, este necesar ca raportul de transmitere al mișcării,  $i_T$ , să se modifice în funcție de condițiile de deplasare, acest lucru realizându-se cu ajutorul cutiei de viteze.

Cutia de viteze mai asigură:

- deplasarea AR cu viteze reduse, care nu ar putea fi realizate prin cuplarea directă a motorului la transmisia centrală,
- deplasarea spre înapoi a AR, fără schimbarea sensului de rotație al motorului,
- staționarea cu motorul pornit și ambreiajul cuplat.

Ca atare cutia de viteze trebuie să fie:

- silențioasă,
- acționare simplă și comodă,
- construcție simplă, fiabilitate ridicată,
- întreținere ușoară.

### **Clasificari**

După modul de variație al raportului de transmisie:

- cutie în trepte: la care raportul de transmitere variază discontinuu,
- cutii fără trepte, continue sau progresive,
- cutii combinate.

Cutiile de viteze în trepte se clasifică:

a) după schema cinematică;

- cu doi arbori (fig. 1 a și b)
- cu trei arbori (fig. 1 c, d, e)
- compuse (mai multe cutii de viteze înseriate sau un reductor și o cutie propriu-zisă)

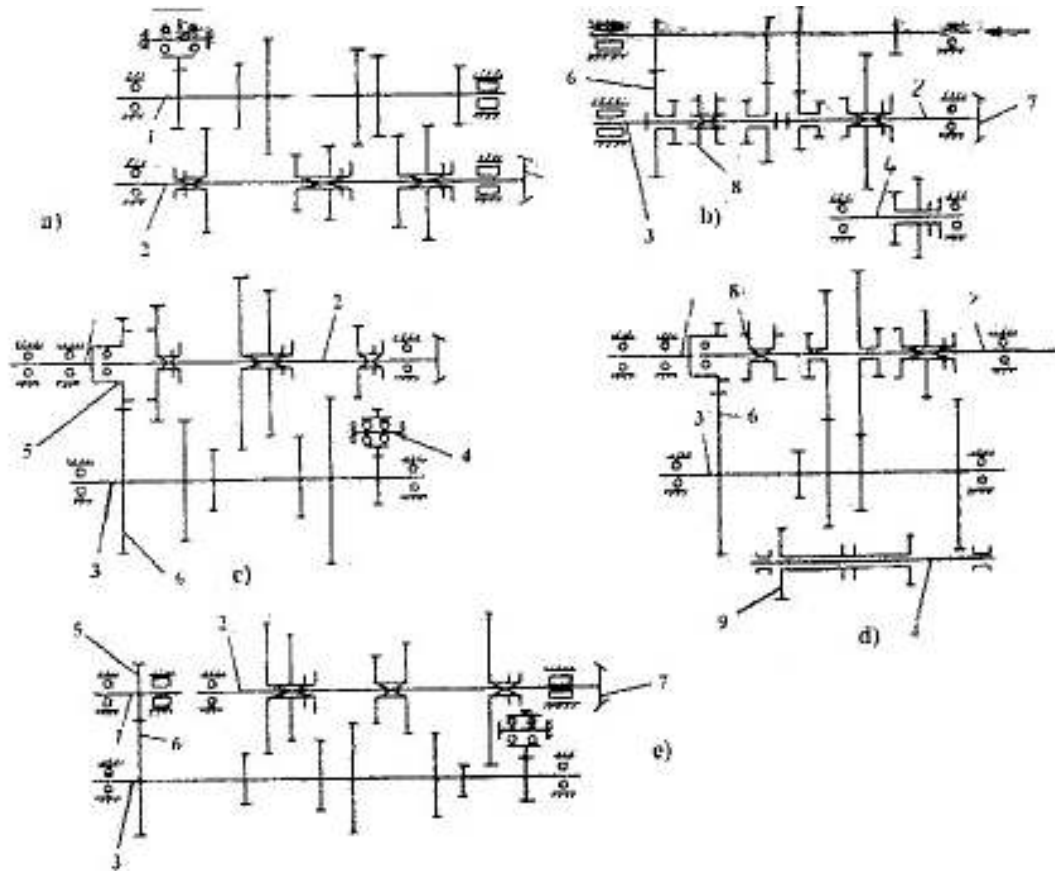


Fig .2.8. . Scheme cinematice de cutii de viteze cu arbori ficși:

a,b,-cu doi arbori; c,d,-cu trei arbori si priză directă; e,-cu trei arbori, fără priză directă

1-arbore primar; 2-arbore secundar; 3-arbore intermediar; 4- arbore suplimentar; 5, 6, 9-roți dințate; 7- pinion de atac; 8 manșon de cuplare.

b) după poziția axelor în timpul funcționării:

- cu axe fixe,
- cu axe mobile (planetare)

c) după numărul treptelor de mers înainte: (3,4,5,6, etc)

La cutiile de viteze cu 2 arbori, arborele primar (1) primește mișcarea de la ambreiaj, iar pe arborele secundar este montat pinionul de atac (7) al transmisiei centrale. La cutia din fig. 1a obținerea diferitelor trepte de transmitere se realizează prin deplasarea axială a grupurilor de roți dințate baladoare de pe arborele secundar, care astfel intră în angrenare cu una din roțile dințate de pe arborele primar.

La schema 1b, diferitele trepte de viteză se selectează prin deplasarea axială a manșoanelor de cuplare (8).

La cutiile de viteză cu trei arbori, arborele primar (1) și cel secundar (2) sunt coaxiali. Arborele intermediar (3) este antrenat de către roțile dințate 5 și 6, iar diferitele rapoarte de transmitere se obțin prin selectarea perechilor de roți dințate (e pe arborele secundar și intermediar)

La cutiile c și d, priza directă se obține prin solidarizarea arborelui primar, 1, cu arborele secundar, 2, prin intermediul unor danturi frontale executate pe roțile dințate de pe cei doi arbori sau cu ajutorul unor mufe de cuplare (sincroane).

În fig. 2.9. se prezintă o cutie de viteze în trepte, pentru autoturisme.

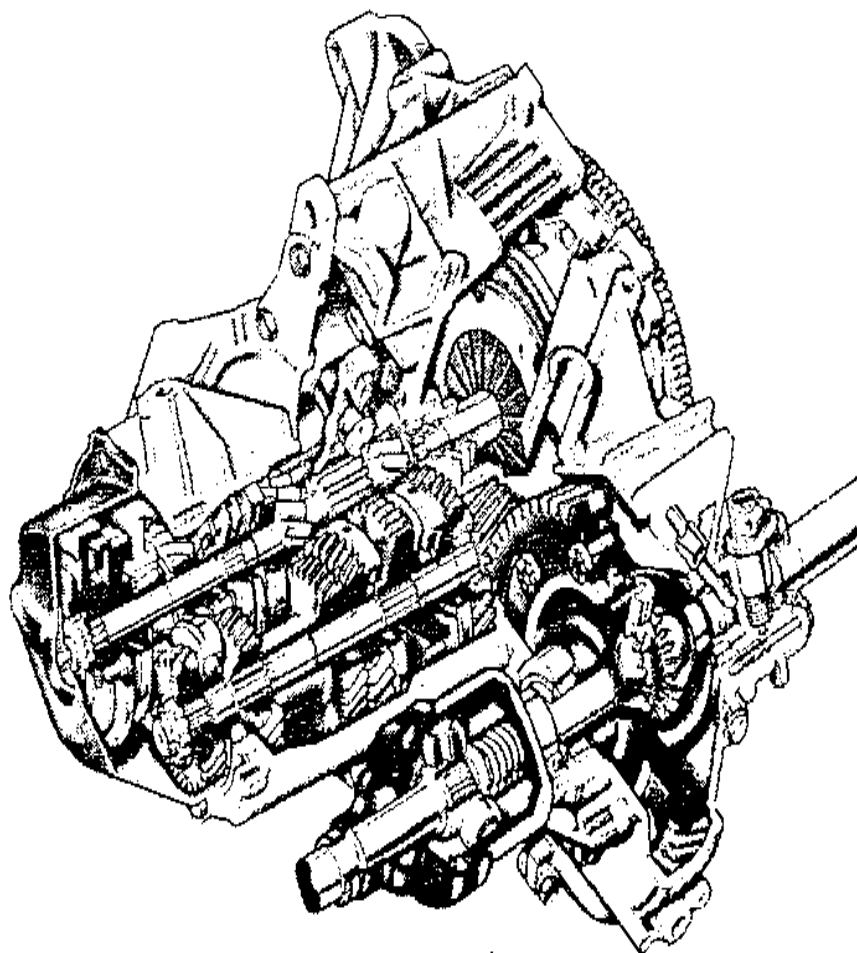


Fig.2.9 . Cutie de viteze , în trepte, pentru autoturisme.

Cutiile de viteza planetare ( cu arbori rotitori) au avantajul posibilității schimbării raportului de transmitere sub sarcină ( fara decuplarea ambreiajului), în schimb sunt mai complexe și mai scumpe. Ele se realizează prin înserierea unui număr de reductoare planetare.

Un redactor planetar este prezentat in figura 2.10.

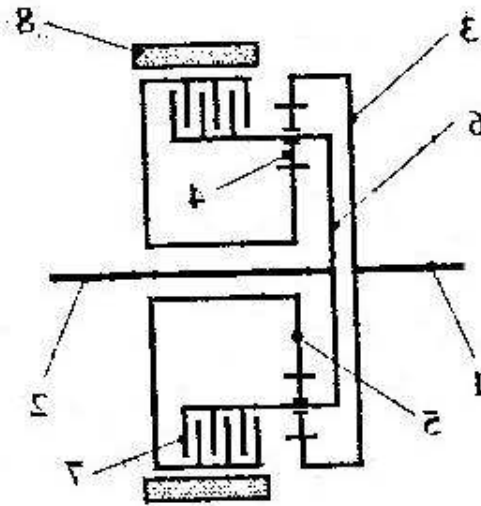


Fig. 2.10. Reductor planetar utilizat în construcția cutiilor de viteze.

1-arbore primar; 2-arbore secundar; 3-roata dintata cu dantura interioara; 4-satelit; 5-roata dintata centrala (planetara); 6-platou port-sateliti; 7-ambreiaj; 8-frana cu banda.

Raportul de transmitere unitar se realizează prin cuplarea ambreiajului, 7 și eliberarea frânei cu bandă, 8, ceea ce are ca efect rigidizarea platoului port-sateliti, 6, cu roata dințată centrală, 5. Raportul supraunitar se obține prin decuplarea ambreiajului, 7, și acționarea frânei, 8, ceea ce conduce la imobilizarea roții dințate centrale, 5, raportul de transmitere fiind,

$$i = 1 + Z_5 / Z_3$$

Cutiile de viteze progresive se clasifică obișnuit după principiul de funcționare:

- mecanice,
- hidraulice,
- electrice

În principiu, cutiile progresive mecanice utilizează un variator de turație, format din două roți de curea. Fiecare roată este construită din câte doua discuri tronconice, independente, dintre care unul este fix, iar cel de-al doilea se poate deplasa axial. (fig.2.11 ). Cureaua este de construcție specială (fig.2.12). Ea este formată din segmentii metalici, 1, montați pe benzile de oțel, 2. Deplasarea axială a discurilor tronconice mobile este realizată hidraulic. De asemenea cutia are ambreiaje separate pentru mers înainte și mers înapoi. Cutiile de acest tip sunt prevăzute cu un bloc electronic de comandă. (7).

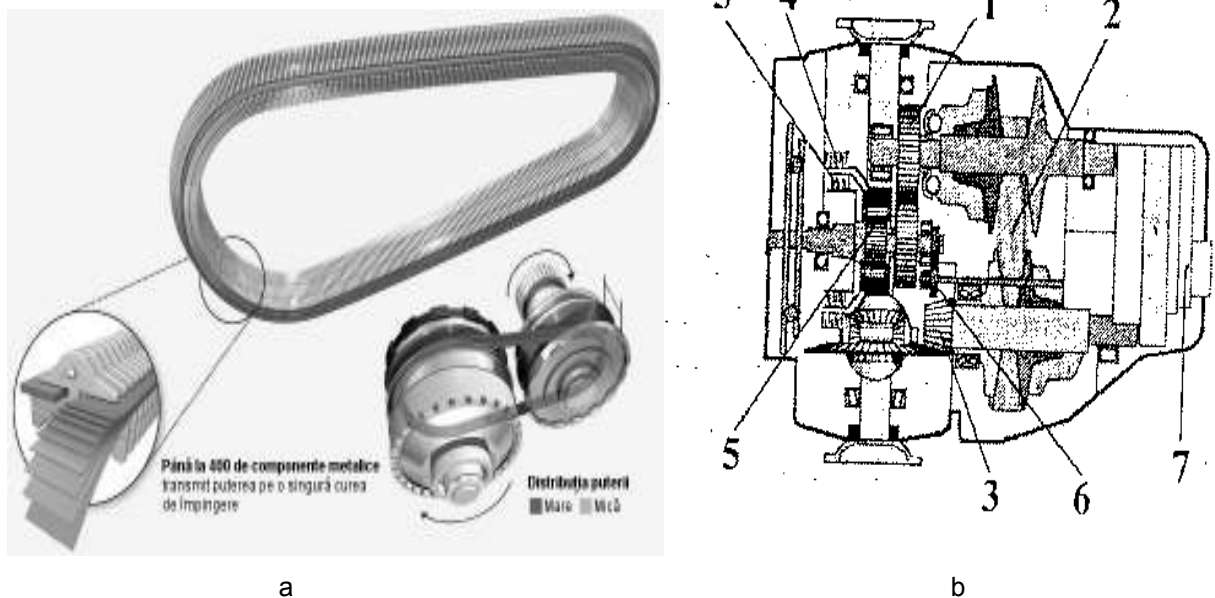


Fig. 2.11. Variator continuu cu curea metalică dezvoltat de firma Williams  
a- vedere; b- schema cinematică

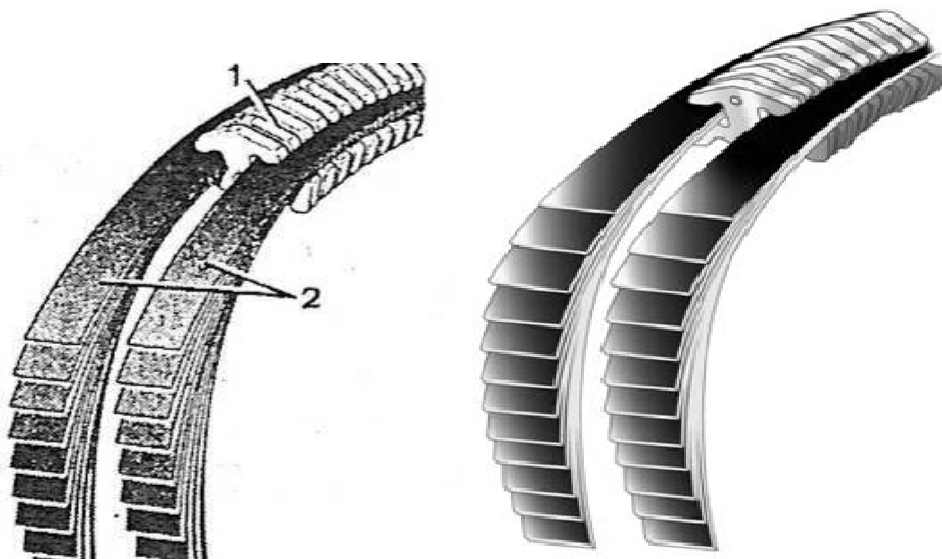


Fig.2.12. Curea metalică pentru cutie de viteze progresivă  
1- segment; 2-benzi metalice

În funcție de modul de schimbare a treptelor, cutiile de viteză pot fi:

- manuale, cu acționare directă asupra mecanismului de schimbare a treptelor de viteză,
- semiautomată, la care conducătorul selectează treapta de viteza, dar operațiile impuse de schimbarea efectivă a treptei de viteză sunt simplificate,

- cu acționare automată, la care schimbarea treptelor de viteza are loc fără intervenția conducătorului, în funcție de condițiile de deplasare. (bloc electronic de comandă, cu traductoare și dispozitive electromecanice pentru turațiile arborilor, manipularea ambreiajului.) În general, cutiile de viteză semiautomate și automate pot fi acționate electric, hidraulic sau pneumatic, sau prin combinarea acestora.

În figura următoare se prezintă cutia de viteze de la autoturismele DACIA. Sunt cutii cu 4 trepte de mers înainte și una de mers înapoi. Cutia este cu 2 arbori, roțile dințate fiind fixe pe arborele primar și baladoare pe arborele secundar, fixate cu sincroane (mufe de cuplare). Bineînțeles, ca toate elementele, au calcule specifice, legate de durabilitate.

În principiu, durata de funcționare, pentru diverse AR este:

- motociclete, -  $(1,4-3,5) \times 10^3$  ore;
- autoturisme ușoare, -  $(2,5-6) \times 10^3$  ore;
- camioane și autobuze, -  $(5-12) \times 10^3$  ore.

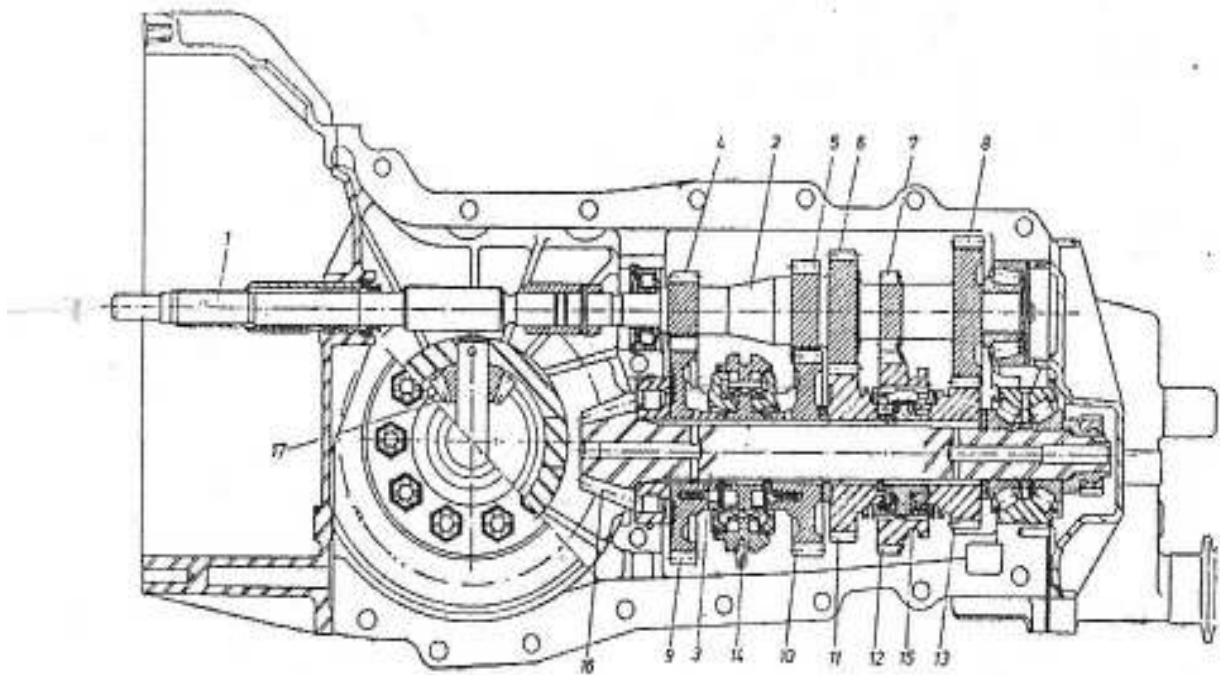


Fig. 2.13. Cutia de viteze a autoturismelor Dacia

- 1- arborele ambreiajului; 2- arbore primar; 3- arbore secundar; 4,9- pinioane treapta I-a; 5,10- roți dințate treapta a II-a; 6,11- pinioane treapta a III-a; 7,12- pinioane mers înapoi; 8,13- roți dințate treapta a IV-a; 14,15- mufe de cuplare; 16- pinion conic; 17- diferencial

**Cutiile de viteză continue.** Acestea permit variația continuă a raportului de transmitere a mișcării. Ca avantaje se pot menționa:

- conducerea ușoară a AR, nefiind necesare manevrele pentru schimbarea treptelor de viteze,
- posibilitatea exploatării motorului la regimul economicității maxime.

Ca dezavantaje se pot enumera;

- complicații constructive,
- construcție mai puțin robustă a cutiei de viteze.

Aceste cutii de viteză folosesc sub diverse forme de transmitere a mișcării prin frecare între diverse componente, poziția relativă a acestora permițând un anumit raport de transmitere. Câteva exemple sunt prezentate în figurile 2.14; 2.15; 2.16; 2.17; 2.18; 2.19; 2.20.

- fig. 2.14: cu cureaua trapezoidală și roți de cureaua de diametre variabile,
- fig. 2.15: cu variator frontal,
- fig. 2.16: variator cu con de fricțiune,
- fig. 2.17: variator toroidal de tip Hayes,
- fig. 2.18: variator toroidal tip TOROTRAK,
- fig. 2.19: variator cu suprafețe de fricțiune multiple, (Citroen),
- fig. 2.20: transmisie VARIOMATIC, (VOLVO).

Mai există cutii de viteze continue hidraulice, (HIDRAMAT), cu o construcție mult mai complicată.

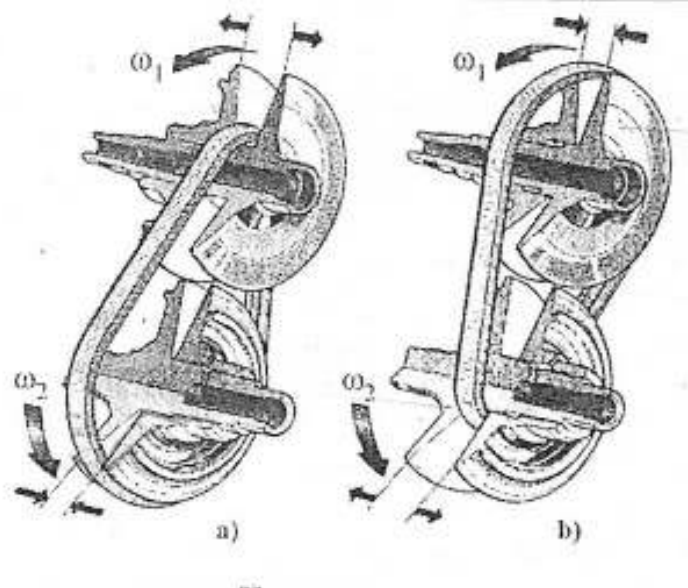


Fig. 2.14. Principiul de funcționare al variatorului cu cureaua trapezoidală și roți de cureaua de diametru variabil

a- raport de transmitere maxim( $\omega_1/\omega_2 > 1$ ), b- raport de transmitere minim( $\omega_1/\omega_2 < 1$ )

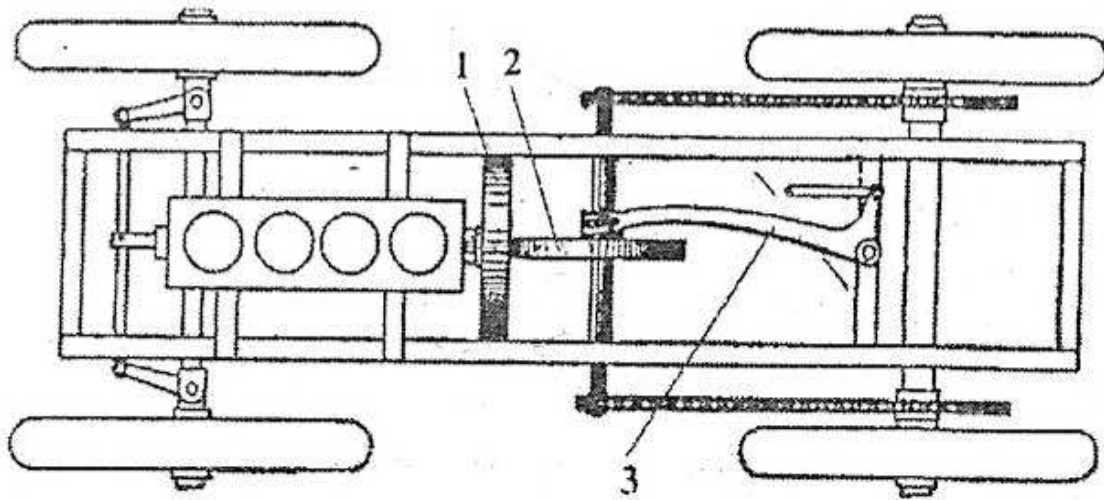


Fig. 2.15. Variator cu fricțiune utilizat la automobilul Cartercar (1906)

1- volant; 2-disc; 3-pârghie de acțiune.

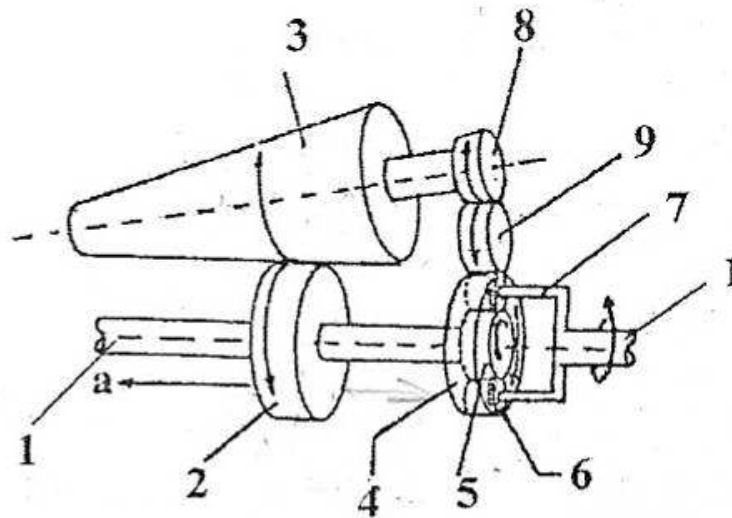


Fig.2.16. Variator cu con de fricțiune

1- arbore conducător; 2-roată de fricțiune; 3-con de fricțiune; 4 roata dințată cu dantură interioară; 5-roată dințată planetară; 6-satelit; 7-platou port sateliți; 8,9-roți dințate; 10—arbore condus.



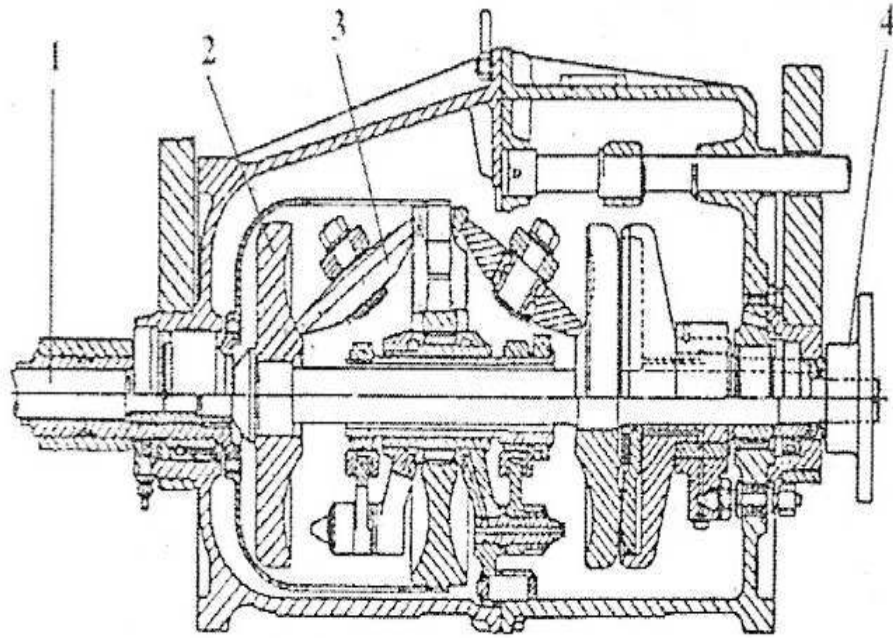


Fig.2.17. Variator cu fricțiune tip Hayes

1-arbore conducător; 2-disc toroidal; 3-galet; 4-arbore condus

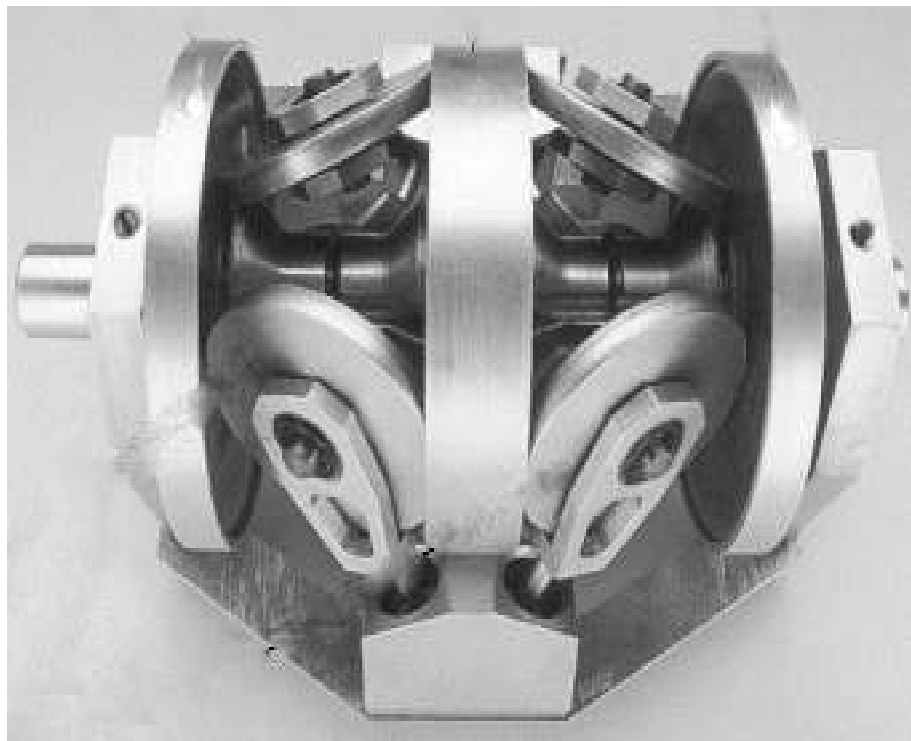


Fig. 2.18. Variator TOROTRAK

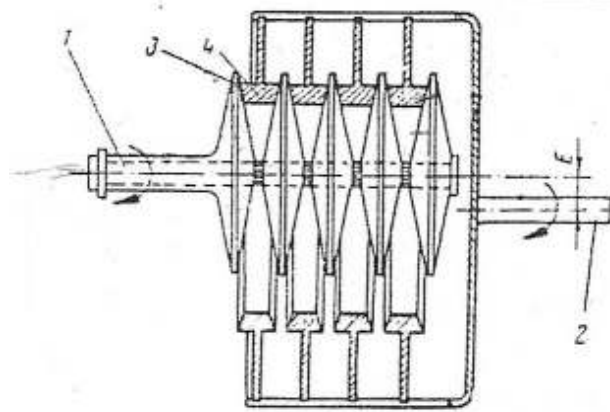
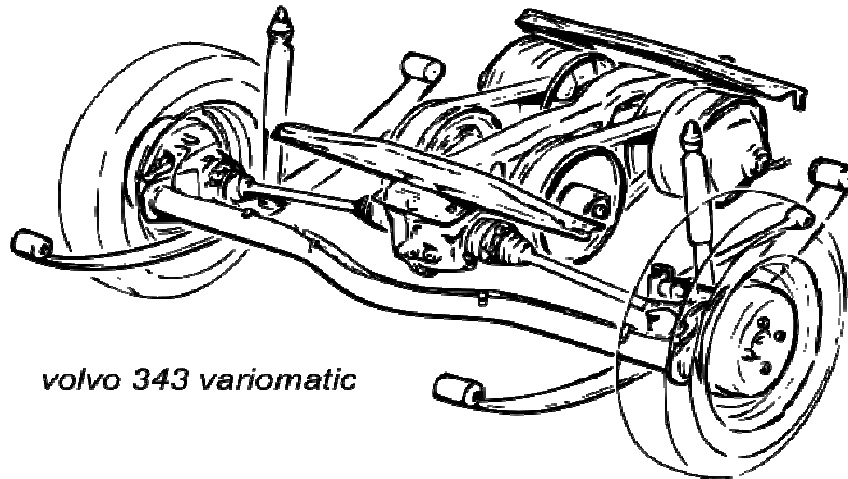
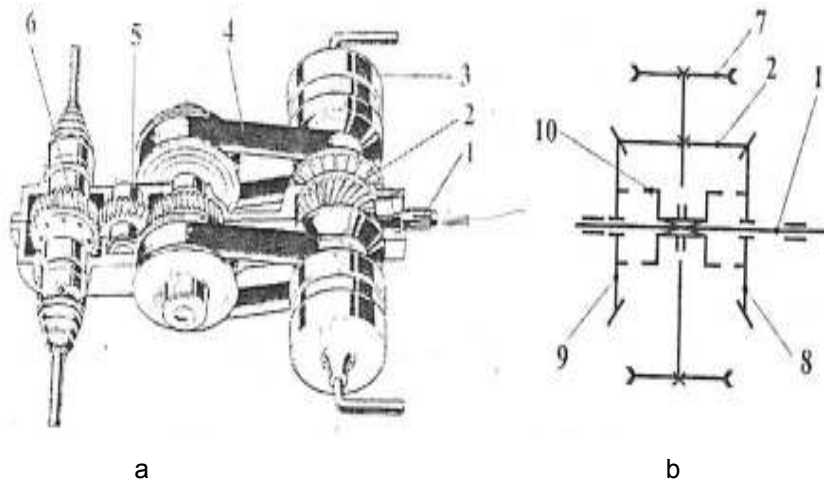


Fig.2.19. Variator cu suprafețe de frecare multiple

1-arbore condus; 2-arbore conducător; 3-discuri conice; 4-suprafețe conice



volvo 343 variomatic



a

b

Fig. 2.20. Transmisia Variomatic VOLVO

a- schema generală; b-schema cinematică a dispozitivului de schimbare a sensului de mers  
 1-arbore primar; 2-coroana conică; 3-dispozitiv pneumatic de comandă; 4-curea; 5-pinion; 6-diferential; 7-  
 roata de curea conducătoare; 8,9-pinioane conice; 10- manșon de selectare.

**2.4. Reductorul distribuitor.** Se utilizează la toate AR cu tracțiune pe toate roțile, având rolul de a distribui momentul motor la toate punțile motoare. Reductorul distribuitor poate fi fixat de carterul cutiei de viteze sau poate fi acționat prin intermediul unei transmisii cardanice. (fig. 2.21). Construcția lor este în general cu roți dințate și cu arbori de ieșire pentru roțile motoare.

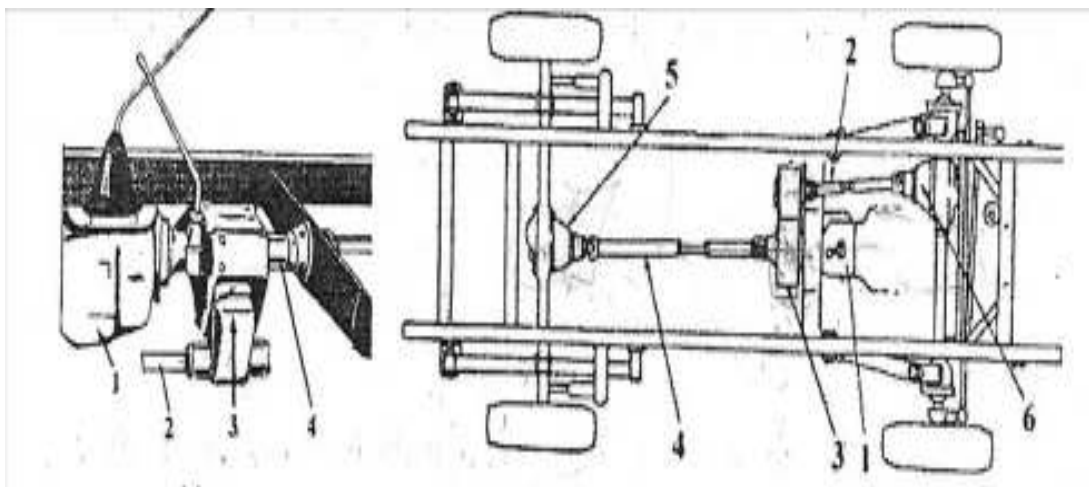


Fig. 2.21. Amplasarea reductorului-distribuitor solidar cu cutia de viteze

1-cutia de viteze; 2- arbore pentru antrenarea punții fata; 3-reductor-distribuitor; 4-arbore pentru antrenarea punții spate; 5-diferențialul punții spate; 6- diferențialul punții fata.

**2.5. Transmisia longitudinală.** Realizează: transmiterea cuplului motor de la cutia de viteze la transmisia centrală, la AR cu o singură punte motoare, transmiterea cuplului motor de la cutia de viteze la reductorul distribuitor și de aici la punți, la AR cu mai multe punți motoare.

Transmisia longitudinală este, obișnuit, formată din două cuplaje înseriate; un cuplaj cardanic și un cuplaj permanent mobil, pentru deplasări axiale. Transmisia longitudinală se poate realiza în două variante:

- sincronă: la care viteza unghiulară a arborelui secundar este egală cu viteza unghiulară a arborelui primar; (doua cuplaje cardanice sau un număr par),
- asincronă: la care vitezele unghiulare ale celor doi arbori sunt diferite.

Diverse moduri de organizare ale transmisiei centrale sunt prezentate în figurile 2.22 și 2.23.

Pentru compensarea deplasărilor axiale dintre componentele tracțiunii, (cutie de viteze și reductor-distribuitor) se utilizează cuplaje cardanice telescopice (fig. 2.24).

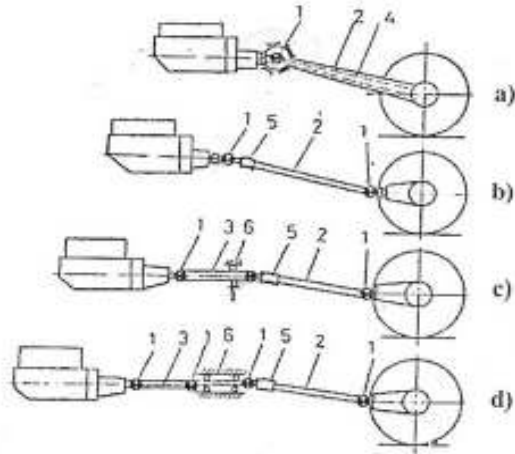


Fig. 2.22. Transmisii longitudinale pentru tracțiune 4x2

a: transmisie longitudinală asincronă; b, c- transmisii longitudinale sincrone

1: articulații cardanice; 2, 3- arbori longitudinali; 4: tub central; 5: cuplaj de compensare axială; 6: palier intermediar

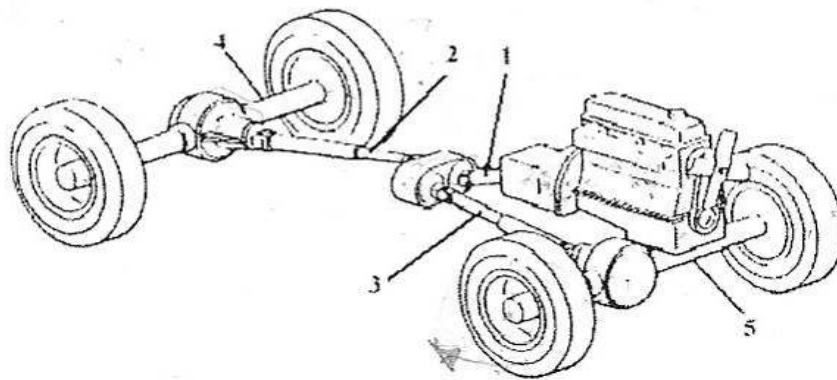


Fig. 2.23. Transmisia longitudinală la autovehiculele 4x4

1, 2, 3- arbori cardanici; 4- punte spate; 5- punte față

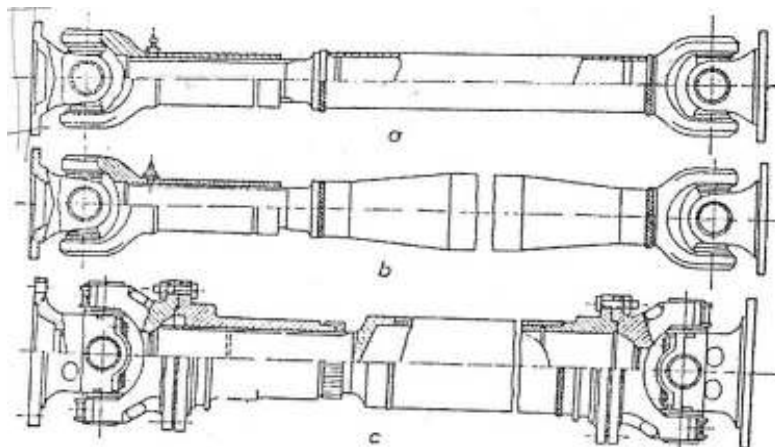
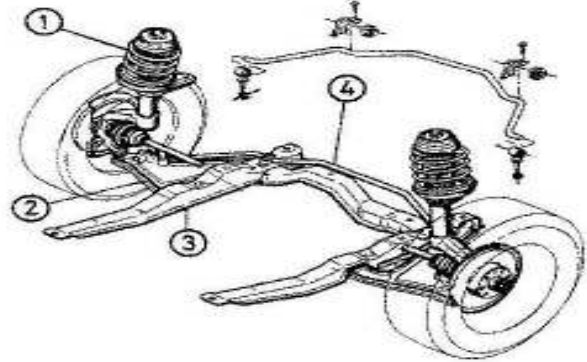
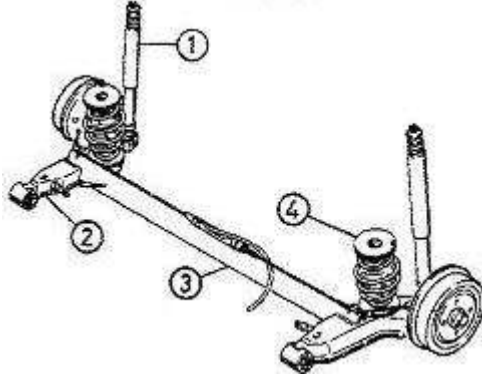


Fig. 2.24. Transmisii longitudinale

**2.6. Puntea spate:** poate fi:

-nemotoare-când preia forțele și cuplurile ce acționează asupra roților și le transmite caroseriei(fig. 2.25a)

-motoare-transmit în plus cuplul de la transmisia longitudinală la roți, realizând și amplificarea cuplului (fig. 2.25b).

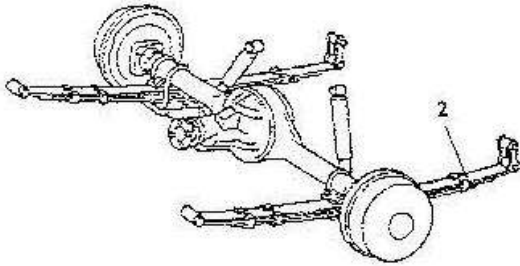


În funcție de modul în care oscilațiile unei roți influențează mișcarea celeilalte roți, puntea poate fi:

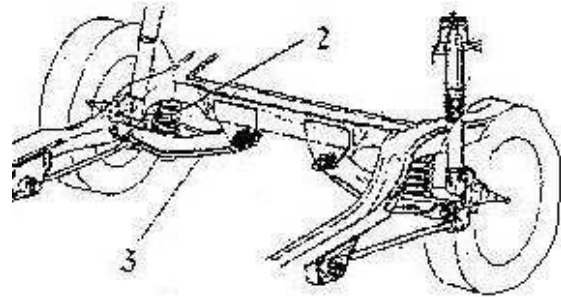
-rigidă(fig.2.26a)-punte motoare, rigidă;

-independentă;- nemotoare, (fig 2.26b)

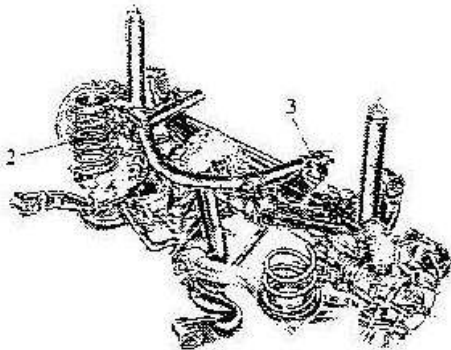
- motoare, (fig. 2.26c)



a)



b)



c)

Fig. 2.26. Tipuri de punți spate : a) punte spate motoare, rigidă; b) punte spate nemotoare,independentă; c) punte spate motoare , independentă.

1- carterul punții spate

2- arcuri

3- braț

Puntea spate motoare conține:

- transmisia principală, (centrală)
- diferențialul,
- arborii planetari și butucii roților

**2.7. Transmisia centrală**, (principală), are rolul de a amplifica momentul de la transmisia longitudinală și de a-l transmite, prin intermediul diferențialului, arborilor planetari și apoi roților motoare. Transmisia este formată, obișnuit, din unul sau mai multe angrenaje (conice sau cilindrice) care pot fi montate înainte (fig. 2.27a,b,e) sau după diferențial (fig. 2.27 c,d). În funcție de numărul și dispunerea angrenajelor transmisiile pot fi: simple (fig. 2.27a); duble (fig. 2.27b,c,d); complexe (fig. 2.27e).

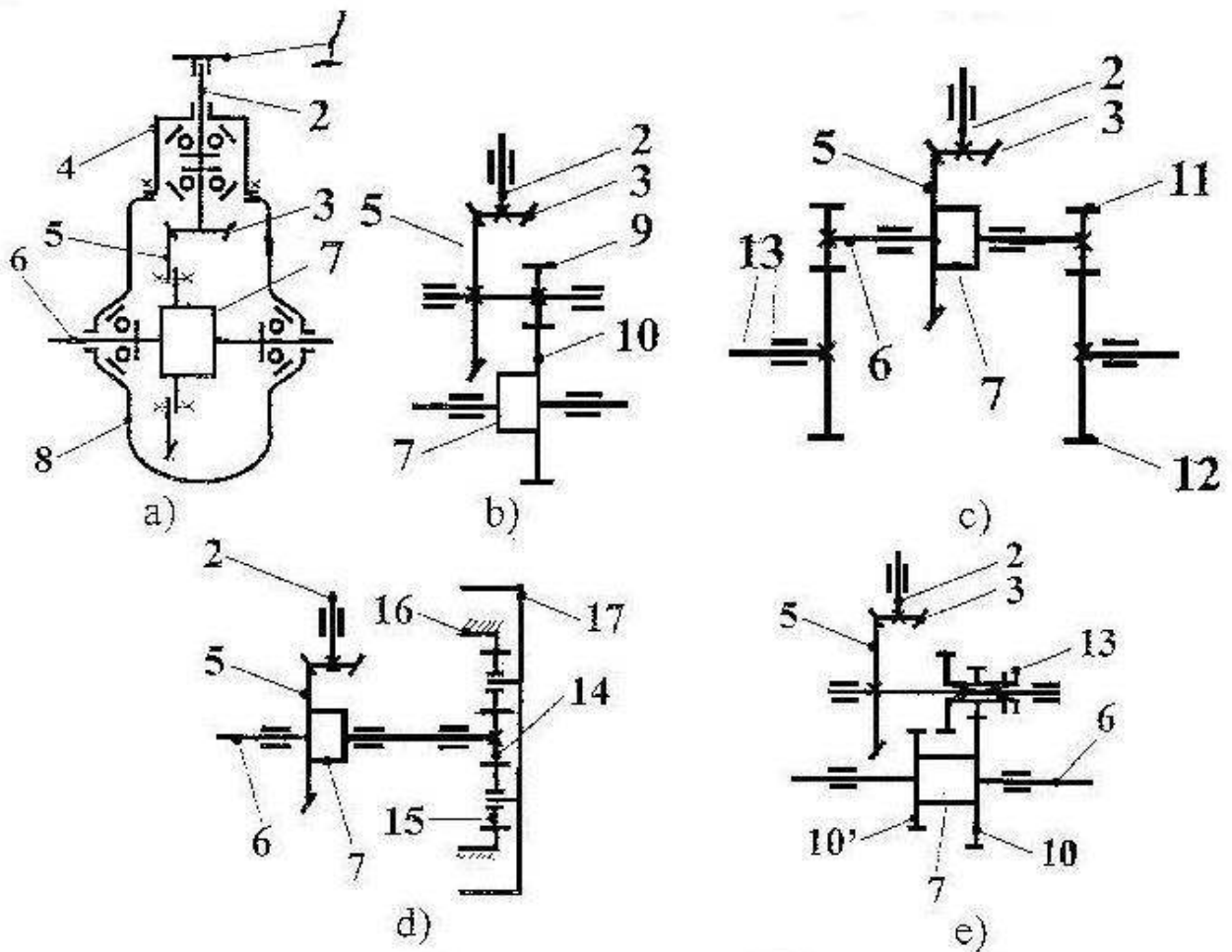


Fig 2.27. Scheme cinematice ale transmisiei principale

a-transmisie principală simplă; b,c,d –transmisii principale duble; e- transmisie principală compusă; 1-flanșa de antrenare; 2-arborele pinionului de atac; 3-pinion de atac; 4,8-carcase; 5-coroana conică; 6-arbore planetar; 7-diferențial; 9 10,10', 11, 12-roți dințate cilindrice; 13-roți dințate baladoare; 14-pinion planetar; 15-sateți; 16-roată dințată cu dantură interioară; 17-tamburul roții

Transmisia principală simplă ( fig.2.27a), este formată din pinionul de atac,3, și din coroana conică ,5, fixate pe carcasa diferențialului, 7. De obicei pinionul de atac este realizat dintr-o bucată cu arborele 1, 2, montat pe rulmenți in carcasa 4. Transmisia longitudinală se cupleaza la flanșa 1 , montată pe capătul cu caneluri al arborelui 2.

Transmisia din fig 2.27b este o transmisie principală dublă; prima treaptă de de multiplicare conține angrenajul conic format din pinionul de atac,3 si coroana 5 , în timp ce a doua treaptă de reducere este formată din roți dințate cilindrice, 9 si 10. Roata 10 este montată pe carcasa diferențialului. În fig. 3c, cea de-a doua treaptă a transmisiei principale duble este amplasată după diferențial, fiind formată din câte un reductor cu roți dințate cilindrice pentru fiecare roată finală ( se mai numesc și transmisii finale). Roata dințată 11 este montată pe arborele planetar, în timp ce roata 12 este montată pe arborele roții motoare.

La schema din fig. 2.27d transmisia principală dublă este formată dintr-un angrenaj conic și câte un reductor planetar pentru fiecare roată motoare. În acest caz pinionul planetar 14, este montat pe arborele planetar al diferențialului, în timp ce tamburul 17 al roții motoare este solidar cu platoul port-satețiți, pe care se găsesc sateliții 15. Coroana dințată 16, cu dantura interioară este fixă. Raportul de transmitere al transmisiei finale este;

$$i = z_{16}/z_{14}$$

Transmisia principală compusă dublă din fig. 3e permite realizarea a doua rapoarte de transmisie prin deplasarea axială a roților dințate baladoare,13. În acest scop, pe carcasa diferențialului 7, sunt montate două roți dințate cilindrice, 10 si 10' .

**2.8. Diferențialul**, se găsește între transmisia principală și roțile motoare. Acesta are rolul de a asigura mișcarea cu viteze unghiulare diferite ale roților motoare. Astfel, în cazul în care autovehiculul se deplasează în curbe, (fig. 2.28), presupunând că cele două roți motoare au raze de rulare egale, vitezele periferice vor fi:

$$v_1 = \omega(R - E/2) = r_x \omega_1$$

$$v_2 = \omega(R + E/2) = r_x \omega_2$$

$$v_1/v_2 = \omega_2/\omega_1 = 1 + E/(R - E/2)$$

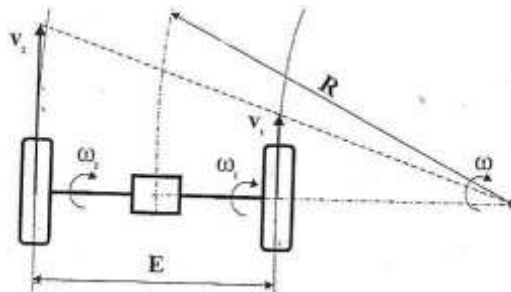
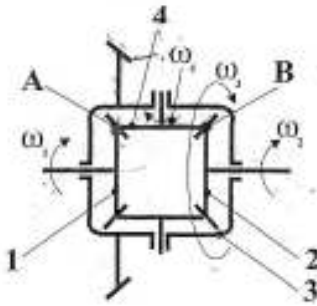


Fig. 2.28. Rolul diferențialului la efectuarea virajelor

Se observă că vitezele unghiulare ale celor două roți motoare sunt cu atât mai diferite cu cât ecartamentul punții E este mai mare, iar raza R, a virajului este mai mică. După principiul de funcționare diferențialele se împart în :

- diferențiale simple;
- diferențiale blocabile - la care conducătorul auto poate bloca diferențialul, cele două roți motoare având viteze unghiulare și cupluri egale, indiferent de condițiile de deplasare;
- autoblocabile,- care pot transmite celor două roți motoare cupluri mult diferite.

Cel mai utilizat diferențial este (fig. 2.29), simplu , cu roți conice, simetrice.



Ecuția caracteristică de funcționare a diferențialului este condiția de egalitate a vitezelor periferice pentru punctele A și B (contactul dintre pinioanele planetare și sateliți);

$$v_A = (\omega_1 - \omega_3)r_1 = \omega_4 r_4$$

$$v_B = (\omega_2 - \omega_3)r_2 = \omega_4 r_4,$$

intrucât  $v_A = -v_B$  și  $r_1 = r_2$ , rezultă

$$\omega_3 = (\omega_1 + \omega_2)/2$$

Fig. 2.29. Diferențial simplu, simetric, cu roți dințate conice

1,2-pinioane planetare; 3-caseta diferențialului; 4-pinion satelit

La deplasare în linie dreaptă,  $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3$  și  $\omega_4 = 0$ . Atunci când caseta diferențialului este blocată ( $\omega_3 = 0$ ),

$\omega_1 = -\omega_2$  (pinioanele planetare se învârtesc în sensuri contrare). Dacă o roată este blocată ( $\omega_1 = 0$ ), a doua roată se va roti cu viteza  $\omega_2 = 2\omega_3$ .

Unul dintre cele mai utilizate diferențiale este prezentat în fig.2.30.

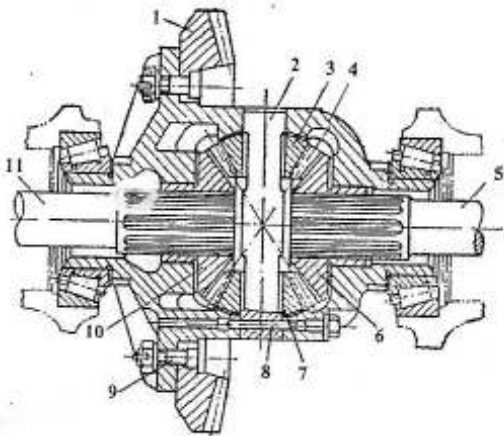


Fig. 2.30. Diferențial simplu, cu roți dințate conice

1-coroana conică;

2-axul sateliților;

3,7-satețiți;

4-carcasă (casetă);

5,11-arbori planetari;

6,10-pinioane planetare;

8,9-șuruburi

Blocarea diferențialului se face comandat de conducător, obișnuit prin următoarele soluții:

- solidarizarea unui arbore planetar cu caseta diferențialului;
- solidarizarea arborilor planetari unul cu celălalt.

Blocarea poate fi comandată mecanic, hidraulic, electric, cu ajutorul unor furci, manșoane, ambreiaje, cuplaje frontale, etc.

### 2.9. Arborii planetari:

Au rolul de a transmite mișcarea de la pinioanele planetare la roțile motoare sau la transmisiile finale. Clasificarea lor se face după solicitările la care sunt supuși în timpul funcționării, solicitări date de: torsiunea dată de cuplul motor; încovoiere dată de reacțiunile normale și tangențiale; încovoiere dată de reacțiunile la viraje. Astfel există trei categorii de arbori planetari : (fig. 2.31)

- a)- arbori total descărcați;
- b)- arbori semi-încărcați;



c)-arbori total încărcăți.

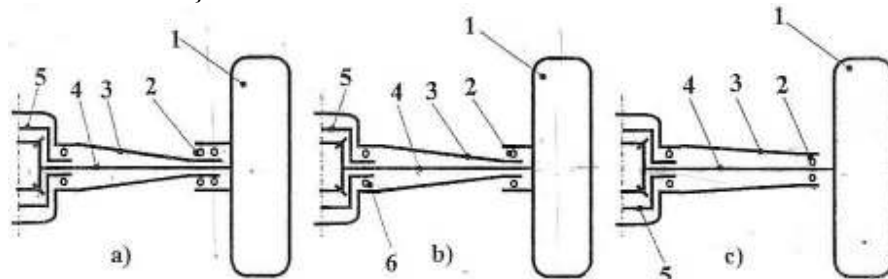


Fig. 2.31. Tipuri de arbori planetari

a-total descărcăți; b-semi-încărcăți; c-total încărcăți;

1-roata motoare; 2,6-lagare; 3-carterul punții; 4-arborele planetar; 5-diferential

a) La arborele planetar total descărcat butucul roții motoare,1, se sprijină pe carterul , 3, al punții prin intermediul unui lagăr,2, cu doi rulmenți cu role conice, astfel încat toate solicitările de încovoiere sunt preluate de carter, arborele planetar,4, fiind solicitat numai la torsiune.

b)La soluția cu arborele planetar semi-încarcat, lagărul 2, al butucului roții motoare, este prevăzut cu un singur rulment. Din aceasta cauză arborele planetar este solicitat atât la torsiune cât și la încovoiere, după cum urmează:

-dacă planul vertical de simetrie al roții motoare 1, trece prin planul de simetrie al lagărului 2, arborele este solicitat la încovoiere doar de sarcina transversală din curbe;

-dacă planul vertical de simetrie al roții nu trece prin planul de simetrie al lagărului, atunci arborele este solicitat la încovoiere atât de reacțiunea tangentială cât și de cea normală, dar și de cea transversală.

c)Arborele planetar complet încărcat se sprijină pe carterul 3 al punții spate prin intermediul lagărului 2; pe capătul arborelui este montată roata motoare 1, deci arborele este solicitat permanent atât la torsiune cât și la încovoiere.

#### **Carterul punții spate:**

Are rolul de a transmite sarcinile de la cadru la roți și invers; de asemenea, în interiorul carterului sunt montate transmisia centrală și diferențialul. Carterul poate fi demontabil (fig 2.32) sau nedemontabil (fig.2.33)

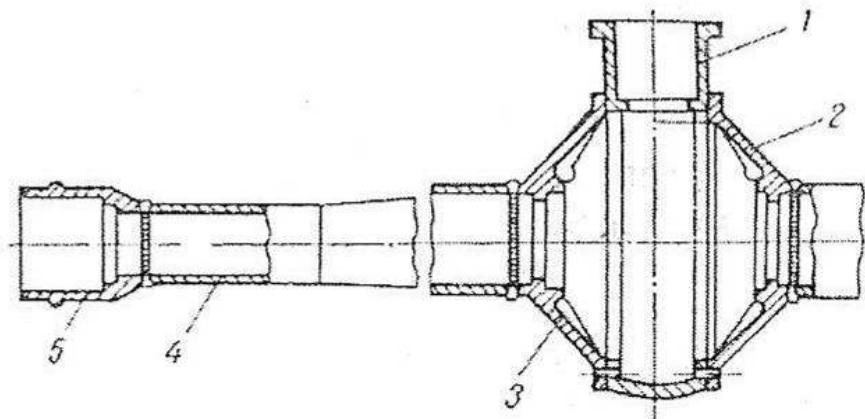


Fig. 2.32 Carter demontabil cu două planuri de separație

1-tronson central; 2,3-capace; 4-trompa; 5-bucșă

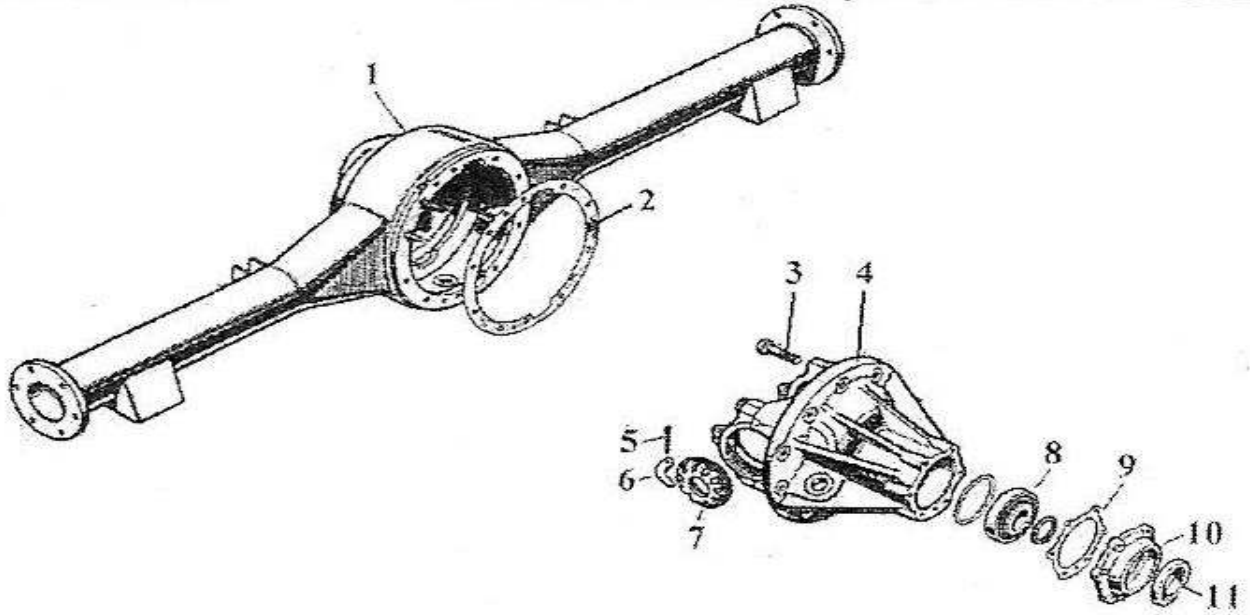


Fig.2.33 Punte spate cu carter nedemontabil

1-carter; 2,9-garnituri; 3-șurub; 4,10-capace; 5-știft; 6-siguranță; 7-piulită; 8-rulment; 9-garnitură; 10-capac; 11-simering

### 2.10. Mecanisme de ghidare a roților:

La punțile spate, motoare, rigide, ghidarea roților se poate realiza prin:

- arcurile suspensiei (fig 2.34),
- arcuri și bare de reacțiune (fig. 2.35),
- arcuri și trompa cardanică (fig. 2.36).

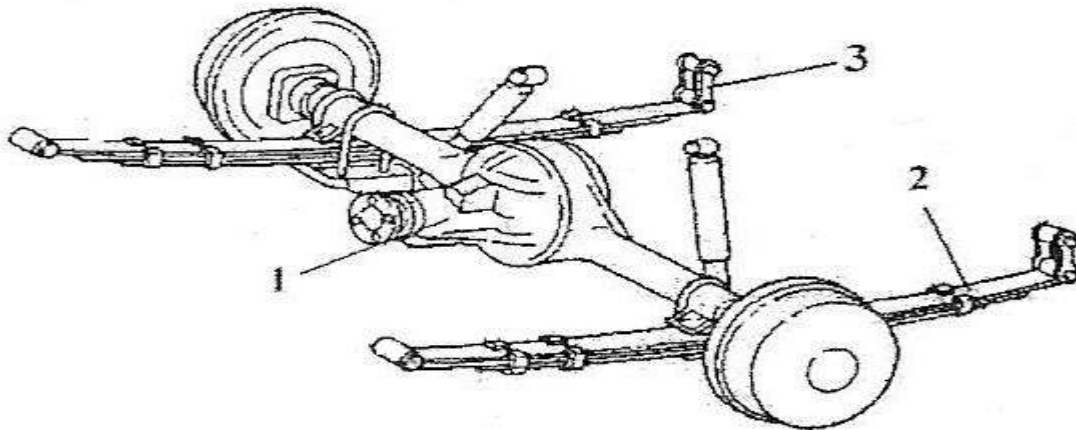


Fig.2.34. Ghidarea roților prin intermediul arcurilor suspensiei

1- carterul punții spate; 2- arc cu foi; 3- tija intermediară

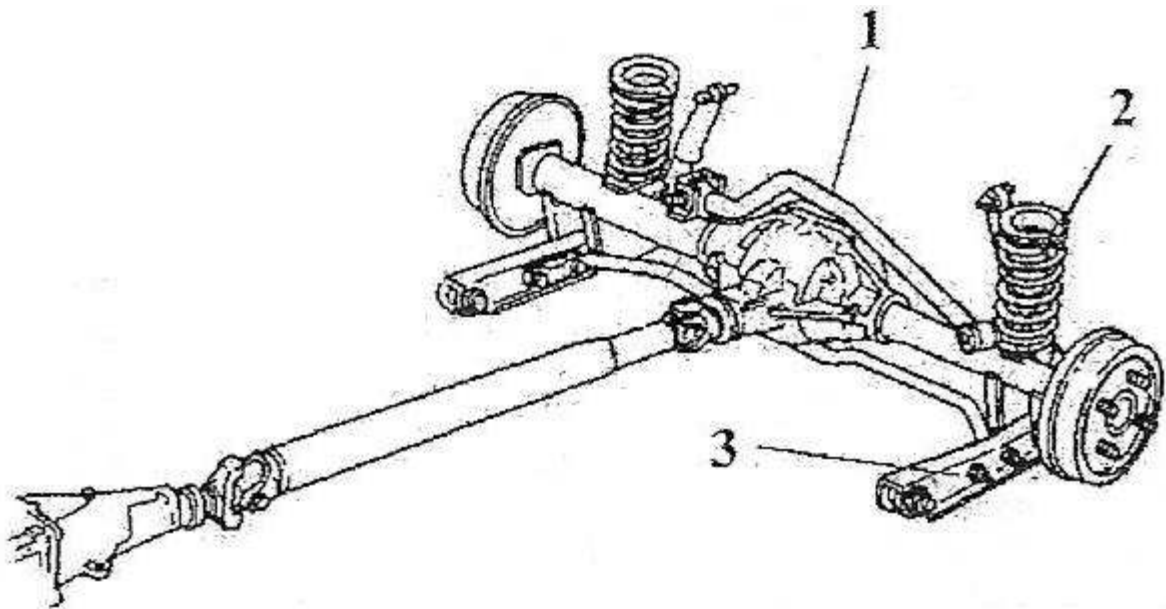


Fig. 2.35. Ghidarea roților prin intermediul barelor de reacțiune  
1,3- bara de reacțiune; 2- arc elicoidal

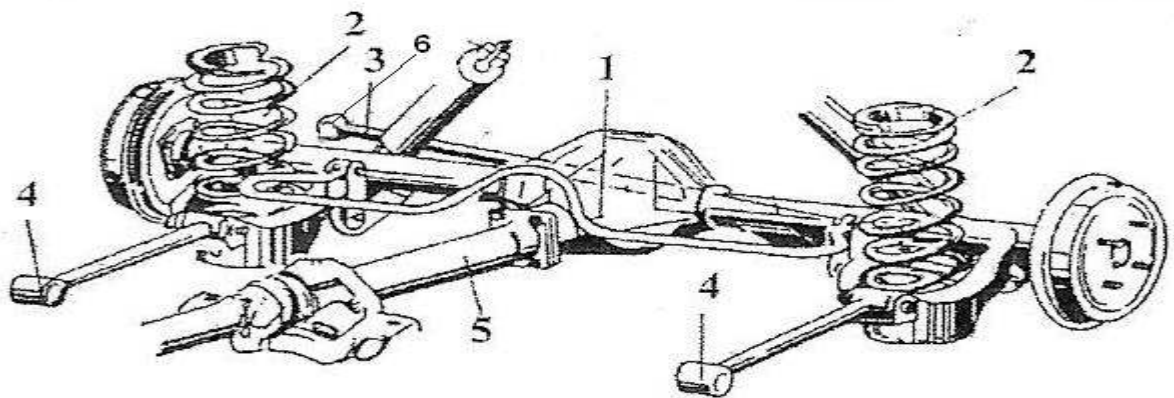


Fig.2.36 Ghidarea roților prin intermediul trompei cardanice, a arcurilor și a barelor de reacțiune  
1- punte; 2- arcuri; 3,4- bara de reacțiune; 5- trompa cardanică;

La punțile rigide nemotoare ghidarea se realizează fie prin arcuri foi, fie prin arcuri elicoidale și bare de reacțiune.

La punțile articulate fiecare roată se poate deplasa pe verticală independent de cealalta (fig. 2.37)

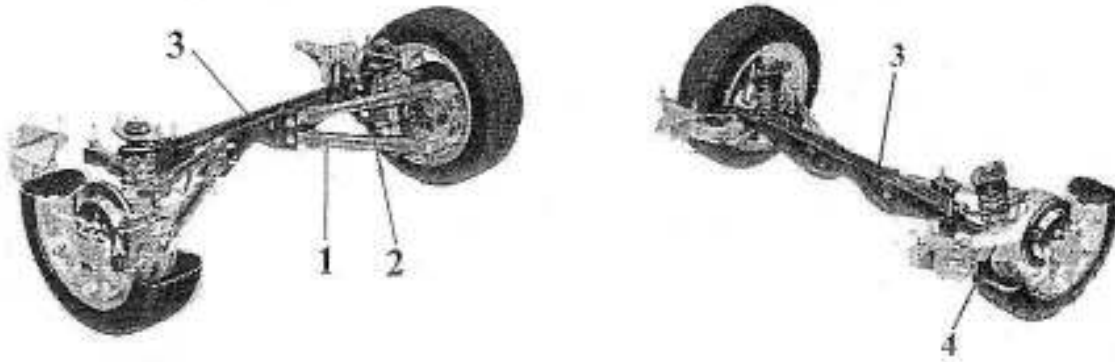


Fig.2.37 Punte spate articulată, nemotoare, cu bare de reacțiune multiple  
1,2- bare de reacțiune; 3- traversă; 4- braț;

### 2.11. Puntea față:

- asigură preluarea forțelor și momentelor de la roți și transmiterea lor către cadru sau caroserie;
- asigură schimbarea direcției de deplasare (prin bracarea roților);
- la automobilele organizate după soluția precum și la cele cu tracțiune integrală puntea față este și punte motoare;
- ca cerințe principale sunt stabilitatea și o cinematică corectă.

Clasificări:

- funcțional;-de direcție;
- de direcție și motoare,
- constructiv; -rigide,
- articulate.

La automobile se utilizează punțile față articulate, la care roțile oscilează pe verticală independent una de alta, roțile fiind articulate la cadru prin intermediul unor brațe.

### Construcția punții față:

Ca principiu, o **punte față rigidă, nemotoare** este prezentată în fig. 2.38.

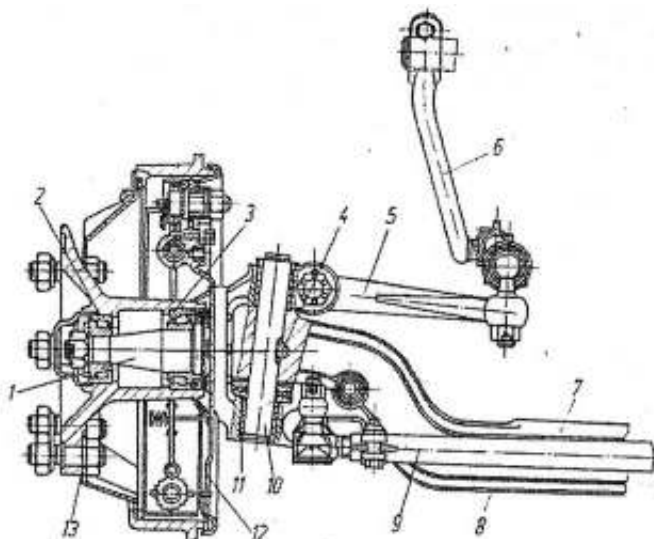


Fig.2.38 Punte față rigidă, nemotoare

- 1- fuzeta;
- 2,3 – rulmenți;
- 4- știft conic;
- 5- braț;
- 6- levier principal de direcție;
- 7- suprafața de sprijin pentru arcul suspensiei;
- 8- grinda punții;
- 9- bara transversală de direcție;
- 10- pivot;
- 11- bucsă;
- 12- talerul frânei;
- 13- butucul roții;

Aceasta este formată din grinda punții 8, având în secțiune forma de I ; zona centrală este curbată în jos pentru scăderea centrului de greutate și mărirea stabilității. Fuzetele 1, sunt articulate de grinda 8 prin intermediul pivoților 10, astfel se asigură bracarea roților și virarea AR. Bracarea este comandată de levierul principal de direcție 6, prin intermediul barei longitudinale de direcție și a brațului 5, al fuzetei. Prin bara transversală de direcție 9 , mișcarea se transmite și celeilalte roți. La aceasta soluție constructivă , pivotul 10, este asigurat contra rotirii față de grinda punții prin intermediul știftului conic 4, în timp ce fuzeta este montată pe bușele 11. Butucul roții 13, este montat pe fuzetă prin intermediul rulmenților cu role conice 2 și 3; talerul 12 al frânei este fixat cu șuruburi sau nituri pe flanșa fuzetei.

**Puntea față articulată, nemotoare.** În funcție de modul de deplasare al roților la trecerea peste obstacole, punțile față articulate, nemotoare, pot fi:

- cu deplasarea roților pe verticală, paralel cu pivoții;
- cu deplasarea roților pe verticală în plan transversal;
- cu deplasarea roților pe verticală în plan longitudinal;
- cu deplasarea roților în plan diagonal.

Deplasarea în plan vertical, paralel cu pivoții (fig. 2.39a) nu conduce la schimbarea ecartamentului și nici a unghiului de cădere a roții, însă este complicat constructiv și nu se folosește.

Deplasarea roții pe verticală, în plan transversal folosește **bara de oscilație** (fig.2.39b). Soluția e simplă constructiv însă modifică și ecartamentul și unghiul de cădere ceea ce înseamnă uzuri mari la pneuri și eforturi mari la acționarea volanului. În plus apare și un efect giroscopic de oscilație a roții în jurul pivotului.

Mecanismele de tip **paralelogram deformabil** (fig.2.39c) sau **patrulater deformabil** (fig. 2.39d) asigură mici deformări ale ecartamentului și unghiului de cădere.

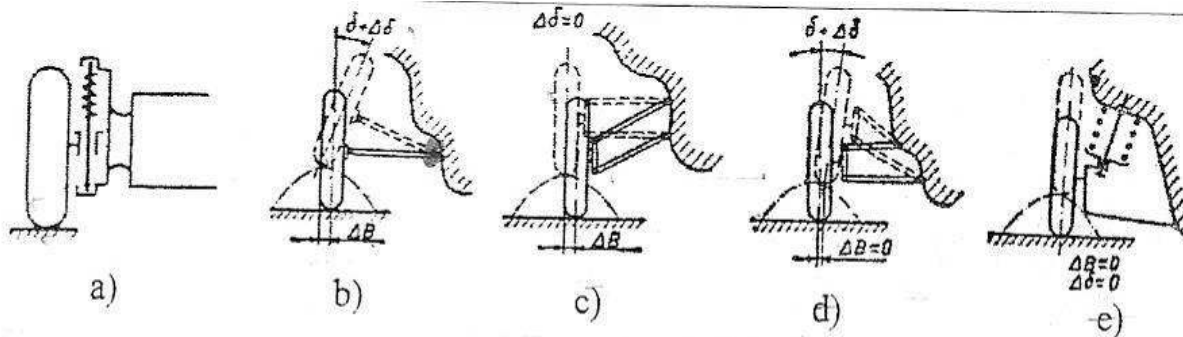


Fig.2.39 Soluții pentru puntea față articulată , nemotoare

a- cu deplasarea roților pe verticală, paralel cu pivoții; b- cu deplasarea roților pe verticală în plan transversal; c- cu deplasarea roților pe verticală în plan longitudinal; B- ecartamentul;  $\delta$ - unghiul de cădere al roții;

O soluție des utilizată este mecanismul cu **patrulater și culisă oscilantă (Mc Pherson)** (fig.2.39e), la care deplasarea roții pe verticală conduce la modificări neglijabile ale ecartamentului și unghiului de cădere.

O construcție care utilizează un mecanism tip patrulater deformabil este redat în fig. 2.40.

La aceasta brațele 3 și 6 sunt fixate direct de fuzeta 1, prin intermediul articulațiilor sferice 2, deci pivotul lipsește ca piesă distinctă. Axa care unește centrele articulațiilor sferice este denumită **axa falsului pivot**. Brațul superior 3, are forma triunghiulară și servește și pentru prinderea elementelor suspensiei (amortizorul 4 și arcul5) (DACIA).

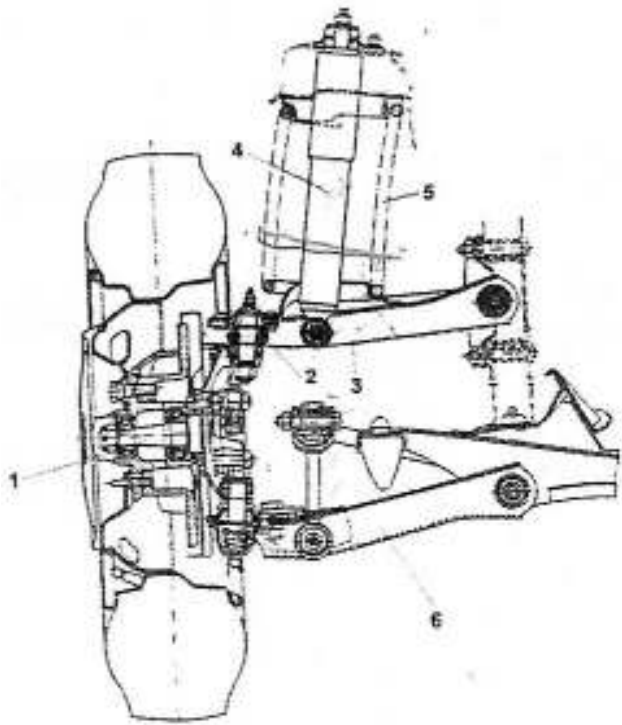


Fig.2.40 Punte față articulată, nemotoare, fără pivoți

- 1- fuzeta;
- 2- articulație sferică;
- 3- braț superior;
- 4- amortizor;
- 5- arc;
- 6- braț inferior;

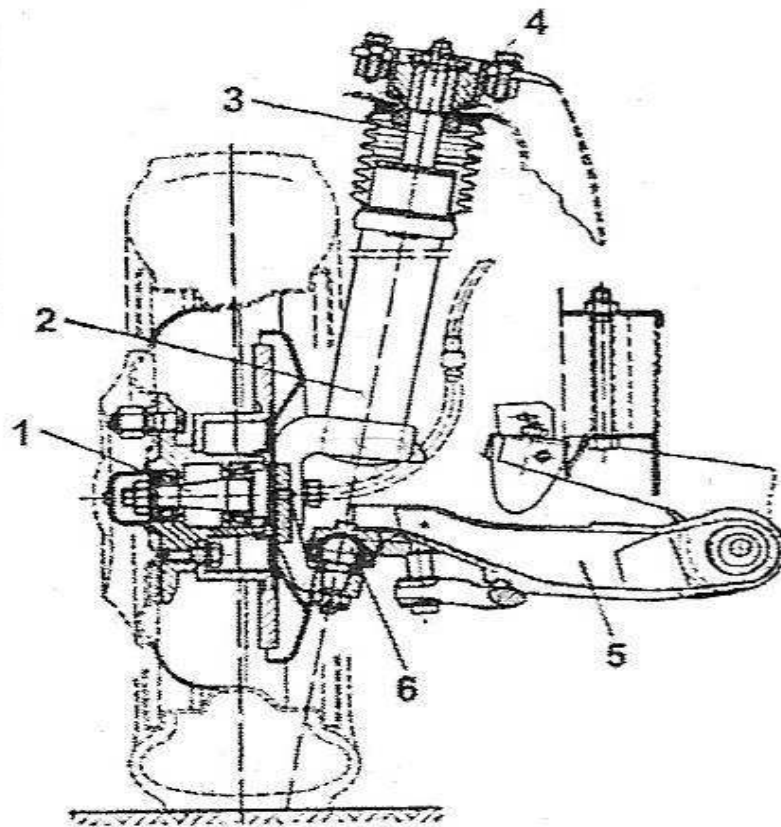


Fig. 2.41 Punte față nemotoare, articulată, de tip McPherson

1-fuzeta; 2- amortizor; 3- tija amortizorului;4- articulație;5- braț inferior; 6- articulație sferică;  
 La punțile față de tip McPherson (fig.2.41), rolul pivotului este preluat de către tija 3 a amortizorului și articulația sferică 6; fuzeta este solidară cu carcasa 2 a amortizorului. Tija amortizorului este fixată pe caroseria AR prin intermediul articulației 4. Brațul inferior 5 este articulat de fuzeta 1 prin rotula 6 și de caroserie prin bușe (masini germane). Articulațiile sferice pot fi nedemontabile sau demontabile.

### Puntea față de direcție și motoare

La acestea mecanismele de transmitere a cuplului de la diferențial la roata trebuie să asigure atât bracărea acesteia în scopul efectuării virajelor, cât și deplasarea pe verticală, sub acțiunea denivelărilor drumului. Pentru transmiterea mișcării se utilizează cuplaje unghiular-axiale (permit deplasări unghiulare dar și axiale). Deci, ca principiu, sunt construite la fel ca punțile față nemotoare, având în plus mecanismele de transmitere a mișcării. Pentru aceasta se utilizează **cuplaje unghiular-axiale**. Acestea au posibilitatea transmiterii mișcării sub un unghi, dar permit și unele mici deplasări axiale. Transmisiiile universale se obțin, obișnuit prin inserarea unor cuplaje unghiulare cu cuplaje axiale (fig. 2.42).

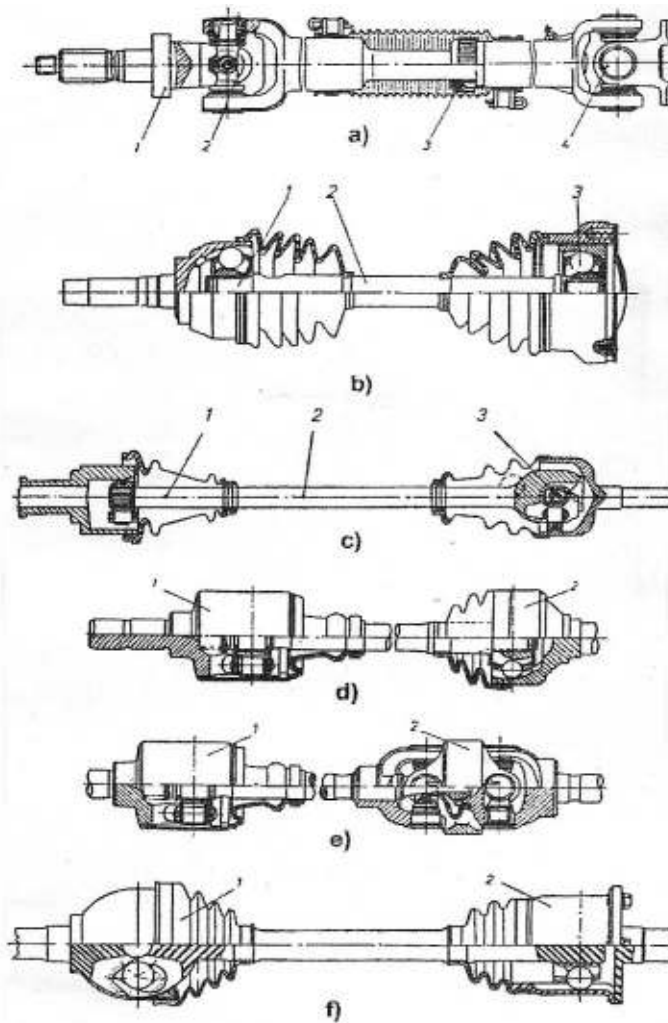


Fig.2.42 Transmisii universale

În fig.2.43 este prezentată construcția unei punți față motoare, articulată prin mecanism patrulater deformabil, utilizat cel mai mult la autoturisme. În acest caz se utilizează o transmisie universală având cuplaje unghiulare de tip tripod între care se găsește arborele planetar 3; cuplajul dinspre diferențial este de tip unghiular-axial. Mecanismul patrulater articulată este format din brațul inferior 4, triunghiular, brațul superior 7, caroserie și fuzetă.

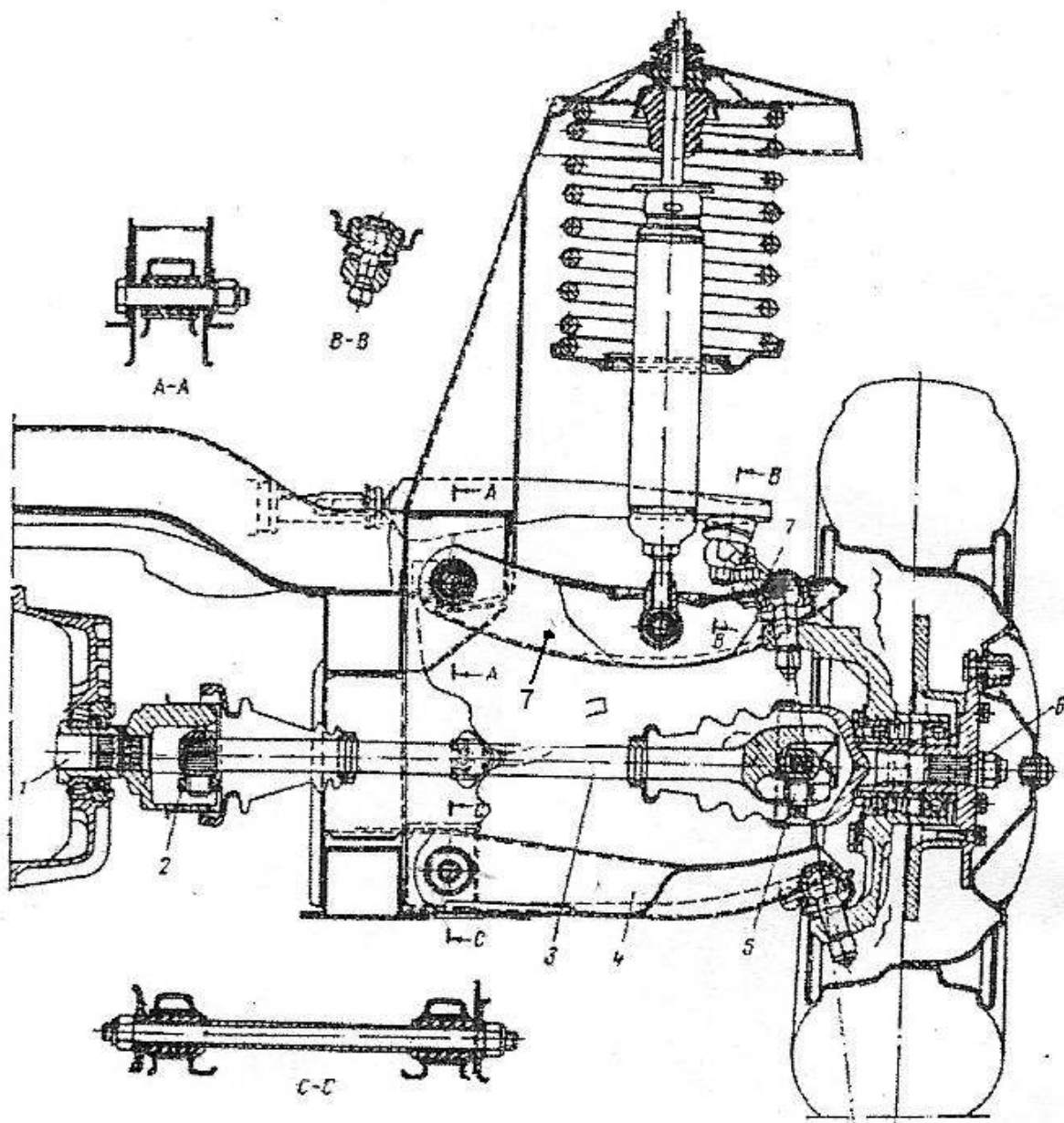


Fig.2.43 Punte față articulată, motoare  
 1- diferențial; 2- cuplaj unghiular- axial tripod; 3- arbore planetar; 4- braț inferior; 5- cuplaj unghiular Rzeppa; 6- fuzeta; 7- braț superior;



## 2.12. Sistemul de direcție:

Asigură dirijarea AR pe traiectoria dorită, prin bracarea roților;

Sistemul trebuie astfel realizat încât la bracarea roților să apară momente care au tendința de a readuce roțile directoare la traiectoria rectilinie, chiar dacă volanul nu este acționat. Totodată manevrarea sistemului de direcție trebuie să se realizeze ușor și rapid. Pentru revenirea după viraj se aplică măsuri constructive de **stabilizare a roților de direcție**, care presupun existența unor anumite unghiuri ale pivoturilor și roților față de planurile longitudinal și transversal al autoturismului.

**Există următoarele unghiuri:**

- **ale pivotului:**

- **unghiul de fugă,  $\beta$** , este unghiul de înclinare longitudinală a pivotului, astfel încât axa pivotului să întâlnească calea de rulare în punctul A situat înaintea punctului B de contact al roții cu calea de rulare (fig. 2.44). Aceasta pentru ca forța motoare și forța rezistentă (fig. 2.45) să formeze un cuplu care să readucă roata pe direcția rectilinie ( $1^\circ-2^\circ$ )

- **unghiul de înclinare transversală,  $\delta$** , (fig. 2.45) a pivotului, este format în plan transversal între verticala și axa pivotului. Ca urmare axa pivotului întâlnește calea de rulare la distanța ( $c$ ) față de punctul de contact al pneului. Distanța  $c$  se numește deport. Aceasta conduce la stabilizarea roții ( $\delta=3^\circ-9^\circ$ ;  $c=40-60$  mm)

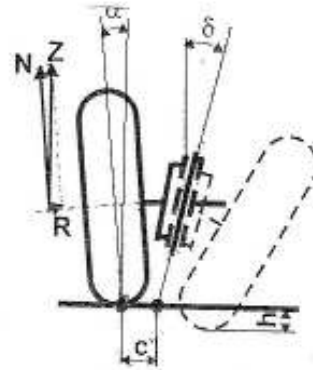
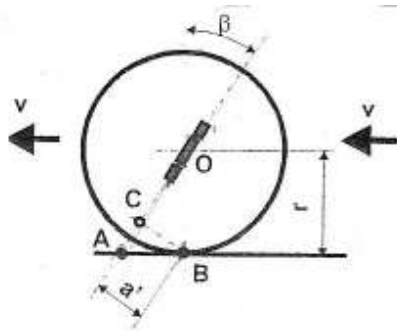


Fig. 2.44 Unghiul de înclinare longitudinală a pivotului      Fig.2.45 Unghiul de înclinare transversală a pivotului și unghiul de cădere al roții

$c$ - deportul;  $\alpha$ - unghiul de cădere al roții;  $\delta$ -unghiul de înclinare transversală al roții;  $\beta$ - unghiul de înclinare longitudinal al pivotului;

### Unghiurile roții:

- **unghiul de cădere ( $\alpha$ )**, din fig. 21, are două efecte:

- componenta radială  $R$  anulează jocul din rulmenți și reduce solicitarea piuliței care asigură fixarea ;

- se reduce deportul,  $c$ , și efortul necesar acționării volanului ( $0^\circ30''-1^\circ30''$ );

- **unghiul de convergență** (fig.2.46), notat  $\gamma$  se obține prin înclinarea roților în plan orizontal, față de axa longitudinală a AR, uzual exprimată prin valoarea  $c=a-b$ , ( $c=0.....5$  mm). Aceasta anulează tendința de divergență dată de unghiul de cădere.

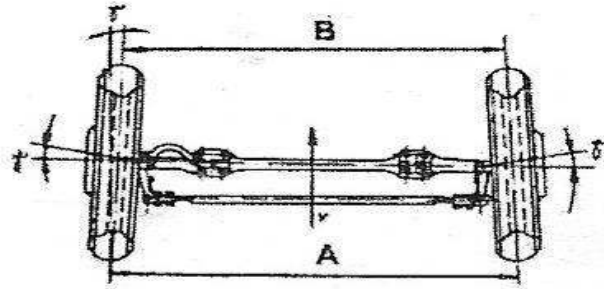


Fig. 2.46 Unghiul de convergență al roților

Principiul de funcționare al unui sistem de direcție este prezentat în fig. 2.47

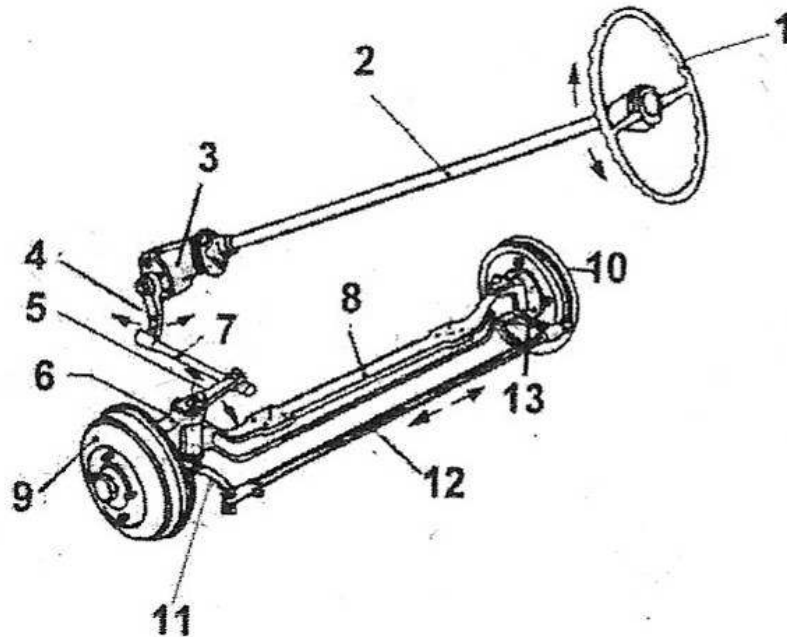


Fig. 2.47 Schema de principiu a sistemului de direcție cu trapez articulată

1- volan; 2- arborele volanului; 3- caseta de direcție; 4- levierul principal de direcție; 5,11,13- brațele fuzetelor; 6- fuzeta; 7- bara longitudinală de direcție; 8- grinda punții față; 9,10- roți; 12- bara transversală de direcție;

El este format din volanul 1, pus în legătură prin arborele 2, cu caseta de direcție 3. Aceasta transformă mișcarea de rotație a volanului în mișcare de oscilație unghiulară a levierului principal de direcție 4. Prin intermediul barei de direcție 7 și al brațului 5 al fuzetei 6 se realizează bracărea roții 9. Brațul 11 transmite mișcarea prin bara transversală 12 la brațul 13 al celei de-a doua fuzete, asigurând astfel și bracărea roții 10. Grinda 8 a punții față, brațele 11 și 13 ale fuzetelor și bara transversală de direcție 12, formează **trapezul de direcție**.

### 3. Mecatronica în tehnologia auto. Argumente

Apărut în a doua jumătate a secolului al 19-lea, automobilul a revoluționat transporturile și a concentrat cele mai semnificative eforturi științifice și ingineresti, pentru continua perfecționare a performanțelor sale. Până în jurul anilor 1970-1980 componentele mecanice, multe dintre ele adevărate „bijuterii” tehnice, reprezentau o pondere covârșitoare în ansamblul unui automobil, partea electrică și electronică rezumându-se la un număr restrâns de motoare (demaror, alternator, ștergătoare de parbriz), senzori (pentru temperatura uleiului și antigelului, presiunea uleiului, nivelul carburantului), relee (pentru semnalizare, aprindere) și becuri . Dezvoltarea microelectronicii, materializată în circuite integrate logice și analogice, circuite integrate de putere, procesoare numerice (microprocesoare, microcontrollere, DSP-uri), realizarea unor sisteme de acționare, convenționale și neconvenționale, performante, a unor tipuri noi de senzori etc., au deschis perspective largi pentru rezolvarea unor cerințe care se impuneau tot mai acut, legate de:

- Siguranța în trafic ;
- Economicitate
- Fiabilitate;
- Confort;
- Protecția mediului.

În construcția automobilelor moderne și-au câștigat locul tot mai multe sisteme mecatronice (pentru managementul motorului, ABS, ESP, suspensie activă etc.), pentru ca, în final, întreg automobilul să se transforme într-unul dintre cele mai reprezentative sisteme mecatronice (prin interconectarea subsistemelor cu magistrale adecvate – de exemplu, CAN-Bus, sisteme de navigație, X-by Wire, telematică etc.).

Un automobil modern, dintr-o clasă medie, cuprinde circa 60-70 de motoare și un număr asemănător de senzori și sisteme senzoriale (fig.1.). Un exemplu elocvent îl constituie diferențele majore dintre „broșcuța” de mare succes a firmei Volkswagen, din anii 1960: 136 W – putere maximă consumată, 150 m de cabluri electrice și circa 80 de contacte electrice și urmașul acesteia din 2001, mașina „New Beetle”, cu un consum de 2050 W, 1500 m de cabluri și 1200 contacte electrice.

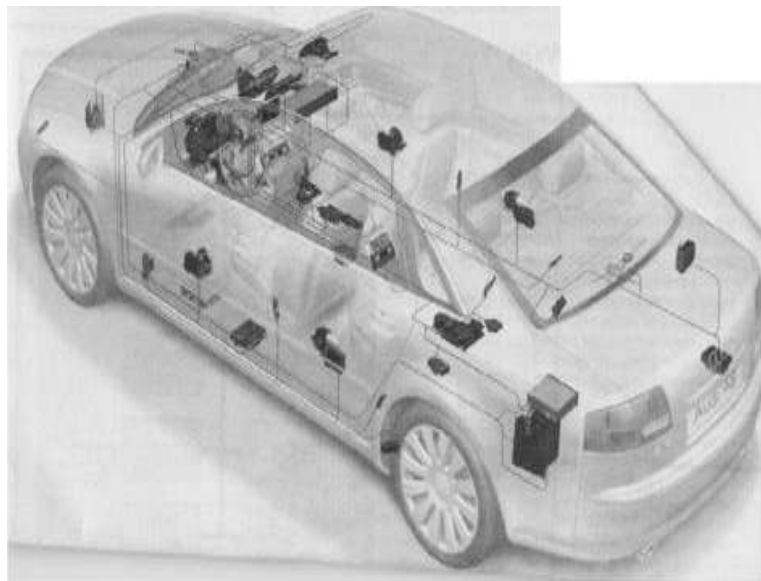


Fig. 3.1. Componente electrice și electronice într-un automobile

Tendința este ca automobilul să conțină cât mai mulți senzori și actuatori conectați la un sistem electronic centralizat care intervine automat și efectuează corecturile necesare pentru o funcționare optimă și sigură.

Creșterea ponderii componentelor electrice și electronice în construcția automobilului a facilitat introducerea unor sisteme noi, permițând creșterea performanțelor și simplificarea componentelor mecanice. Un exemplu este prezentat în figura 2, respectiv un ventil cu acționare electromagnetică (Electromagnetic Valve Train –EVT) – un rezonator resort/masă, care înlocuiește clasicul ax cu came destinat acționării ventilelor în sincronism cu mișcarea arborelui motor, și asigură sistemului de management al motorului posibilitatea comenzii libere a ventilelor, în funcție de algoritmul de optimizare impuls.

Principalele efecte: îmbunătățirea raportului moment motor/turația motorului, reducerea cu până la 20% a consumului de carburant, reducerea volumului gazelor de eșapament.

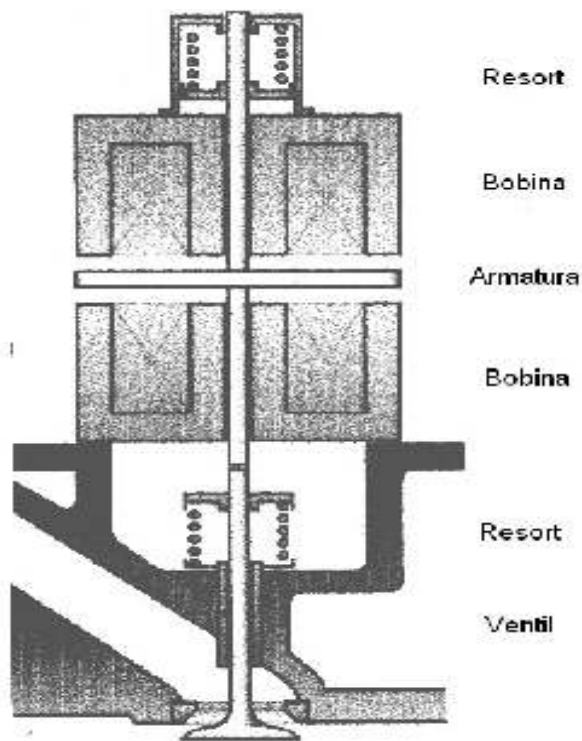


Fig.3.2. Ventil cu acționare electromagnetică

O altă tendință importantă în construcția autovehiculelor constă în îmbunătățirea permanentă a performanțelor sistemelor existente. În figura.3, este prezentat un sistem de injecție cu actuator piezoelectric. Utilizează tehnologia HDI (High Diesel Injection), în care o pompă alimentează cu motorină o rampă comună, numită „common rail”, la presiuni de până la 1500 bari.

Distribuția carburantului din această rampă se realizează cu actuatori piezoelectrice. Actuatorii piezoelectrice sunt utilizați în multe produse mecatronice, datorită unor caracteristici remarcabile, cum ar fi forțe de acționare mari (de ordinul miilor de N), accelerații de ordinul a 2000G, rezoluții în domeniul nanometrilor etc.

Foarte multe eforturi ale proiectanților și constructorilor de vehicule sunt dirijate în scopul creșterii siguranței și confortului pasagerilor și implică subsisteme mecatronice sofisticate.

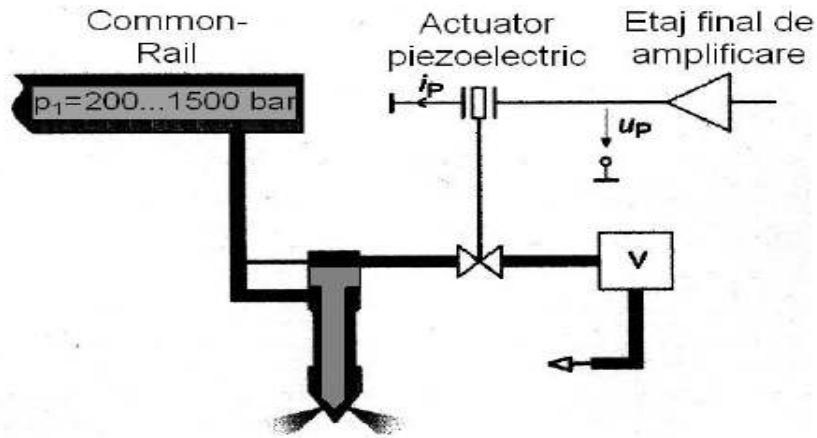


Fig.3.3 Sistem de injecție cu actuator piezoelectric

Sistemele de securitate pot fi active sau pasive și au câteva roluri foarte importante: evitarea eficientă a coliziunilor; minimizarea efectelor coliziunilor și evitarea traumatismelor, atât pentru pasagerii vehiculului, cât și pentru pietonii implicați în accident. Sistemele de siguranță active servesc la prevenirea coliziunilor și la minimizarea efectelor acestora.

Cele mai importante sunt [Continental]:

-Sistemul electronic de frânare (Electronic Brake System), care include:

- ABS (Anti-locking Brake System) – are rolul de a controla presiunea de frânare, pentru evitarea blocării roților. Procesează informațiile de la senzorii care măsoară viteza roților și controlează motorul pompei hidraulice și valvele care distribuie fluidul la frâne.
- Brake Assist – interpretează informațiile de la senzorii specifici și corectează manevrele de frânare ale conducătorului auto.

-□Sistemul electronic de stabilitate (ESP – Electronic Stability Program), care evaluează în permanență datele măsurate de un mare număr de senzori și compară acțiunile șoferului cu comportarea vehiculului la momentul respectiv. Dacă intervine o situație de instabilitate, cum ar fi cea determinată de o virare bruscă, sistemul reacționează în fracțiuni de secundă, prin intermediul electronicii motorului și a sistemului electronic de frânare și ajută la stabilizarea vehiculului.

Sistemul ESP include mai multe subsisteme complexe:

- ABS (Anti-locking Brake System);
- EBD (Electronic Force Brake Distribution);
- TCS (Traction Control System);
- AYC (Active Yaw Control).

□Sistemul de prevenire a accidentelor, care poate include:

- Controlul adaptiv al coliziunilor (Adaptive Cruise Control - ACC), bazat pe senzori radar de distanțe mari. Începând cu anul 1999, firma Continental Automotive Systems [Continental] a introdus sistemele ACC în producția de serie, devenind primul furnizor global de astfel de sisteme. ACC reglează automat viteza vehiculului, în funcție de situația mașinilor din trafic, pentru a asigura o distanță adecvată față de vehiculul din față. Sistemul radar utilizează principiul impulsurilor Doppler pentru măsurarea independentă a vitezei și distanței.

- Distanță redusă de frânare (Reduced Stopping Distance), bazată pe un sistem de frânare automată în eventualitatea unei coliziuni;

- Avertizare de distanță (Distance Warning);

- Stop & Go, bazat pe un sistem radar în infraroșu, pentru distanțe mici, destinat asistenței pentru traficul urban sau pentru situațiile de pornire și oprire;
- Sprijin pentru urmărirea axului drumului (Line Keeping System), cu cameră CCD și intervenție activă asupra sistemului de direcție; implică un algoritm de procesare a imaginilor și în cazul devierii de la axul drumului, șoferul este avertizat printr-o ușoară mișcare a volanului, păstrând însă supremația în manevrarea acestuia;
- Controlul global al șasiului (Global Chassis Control);
- Reacție „haptică” de pericol la nivelul pedalei de accelerație (Haptic Danger Feedback) etc.

Sistemele senzoriale și de acționare care asigură managementul motorului, asistența la frânare și controlul stabilității, permit, prin extinderi adecvate, în special în domeniul software-ului, realizarea altor acțiuni, importante pentru siguranța și confortul conducătorului auto. De exemplu, momente foarte dificile apar, în special pentru șoferii mai puțin experimentați, în cazul pornirii pe pante înclinate, a opririlor/pornirilor la semafoare sau în parcuri. Programul Hill Start Assist (HAS) este destinat asistenței în astfel de situații: după ce șoferul a eliberat frâna de mână, HAS întreține în sistemul de frânare o presiune care asigură menținerea fermă pe loc a mașinii. Pe parcursul pornirii (accelerării), HAS reduce presiunea de frânare, în corelație cu creșterea momentului motorului.

Controlul presiunii de frânare se bazează pe: presiunea de frânare aplicată de șofer; informații privind motorul și transmisia; înclinarea pantei (măsurată de un senzor de accelerație longitudinal). Din ce în ce mai complexe și sofisticate sunt sistemele de siguranță pasive, care au rolul de a proteja pasagerii și pietonii contra accidentelor suferite în urma coliziunilor. Ele includ o serie de sisteme de protecție: centuri de siguranță, sisteme de tensionare, mecanisme de blocare, airbag-uri frontale și laterale, protecție a capului și genunchilor, protecție contra răsturnării, precum și o serie de senzori și actuatori inteligenți: senzori pentru anticiparea coliziunilor (detectia și clasificarea pietonilor, sesizarea condițiilor premergătoare impactului pentru acționarea adecvată a sistemelor de protecție), senzori pentru sesizarea și analiza impactului (direcție, intensitate, tip, posibilitatea răsturnării), senzori pentru detectarea și clasificarea pasagerilor, airbag-uri inteligente, a căror expandare depinde de forța și locul de impact, sisteme reversibile de pretensionare a centurilor de siguranță, sisteme pentru optimizarea poziției scaunelor și închiderea automată a ușilor și trapelor pentru minimizarea efectelor coliziunii, sisteme de protecție a pietonilor etc.

Pentru a ilustra modul în care mecatronica a revoluționat construcția automobilului, se va prezenta, ca exemplu, modulul de comandă a unei uși, care este atât de complex, încât necesită un microcontroller propriu (fig.4) [INFINEON]. În comanda ușii intervin 4 motoare: unul pentru închiderea/deschiderea ferestrei, unul pentru blocarea/deblocarea ușii în cadrul sistemului de blocare centralizată și alte două pentru poziționarea, după două direcții (x-y), a oglinzii retrovizoare. La acestea se adaugă un sistem pentru încălzirea oglinzii retrovizoare. Un număr de întrerupătoare permit conducătorului auto să efectueze manevrele dorite pentru acționarea celor patru motoare. Multe module de comandă a ușilor includ și senzori, care sesizează gradul de închidere/deschidere a ferestrelor, atingerea limitelor de sus/jos, apariția unor obstacole.

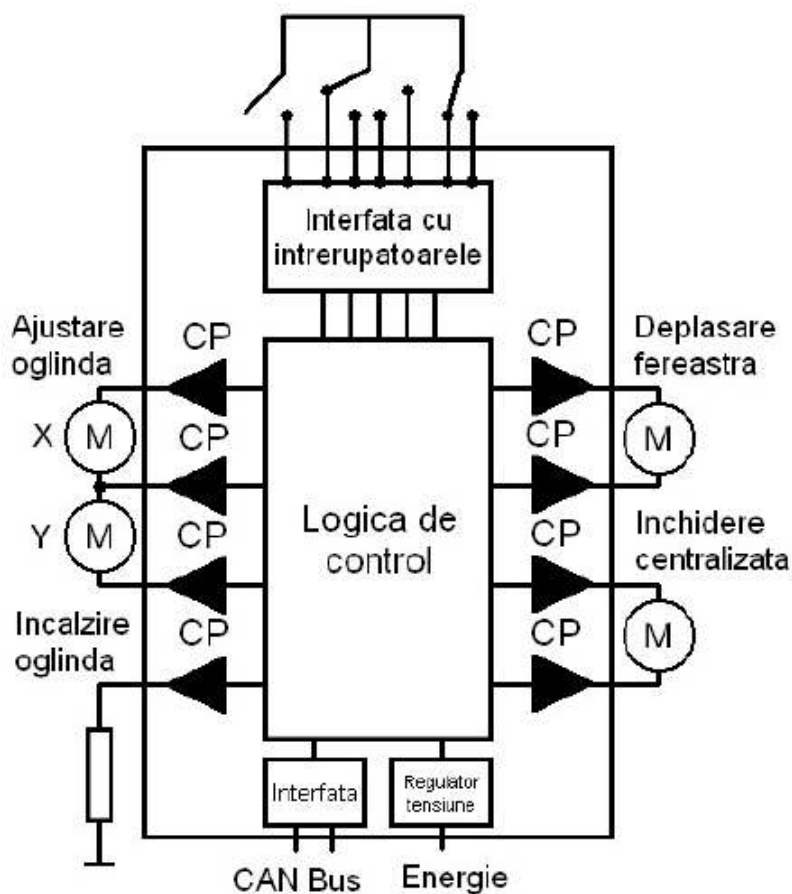


Fig.3.4.Modul de comandă a ușii din față (CP = circuite de putere)

Modulul de comandă cuprinde:

- Interfața cu întrerupătoarele și senzorii;
- Circuitele de comandă pentru motoare și rezistorul de încălzire a oglinzii: punți în H (complete) pentru fereastră și blocarea ușii și semipunți pentru poziționarea oglinzii, tranzistor de comandă a rezistorului de încălzire;
- Circuite de comandă: microcontroller și interfață CAN-Bus;
- Regulator de tensiune.

Implementarea pe scară largă a unor astfel de module, la milioane și milioane de vehicule, a impus proiectarea și producerea de circuite integrate specifice diferitelor funcții.

În figura 5 este prezentată o schemă din documentația firmei INFINEON, în care fiecare funcție detaliată mai sus este realizată cu câte un circuit integrat dedicat.

Comanda este asigurată de un microcontroller de 8 biți, C505, dotat cu interfață CAN. În schemă nu sunt detaliate semnalele de la microîntrerupătoare, dar semnalul de la un senzor de curent din circuitul de putere al motorului pentru închiderea/deschiderea ferestrei (linia A/D) poate fi utilizat pentru a sesiza eventuale obstacole în calea ferestrei sau limitele de închidere/deschidere, materializate prin creșterea curentului în înfășurarea motorului.

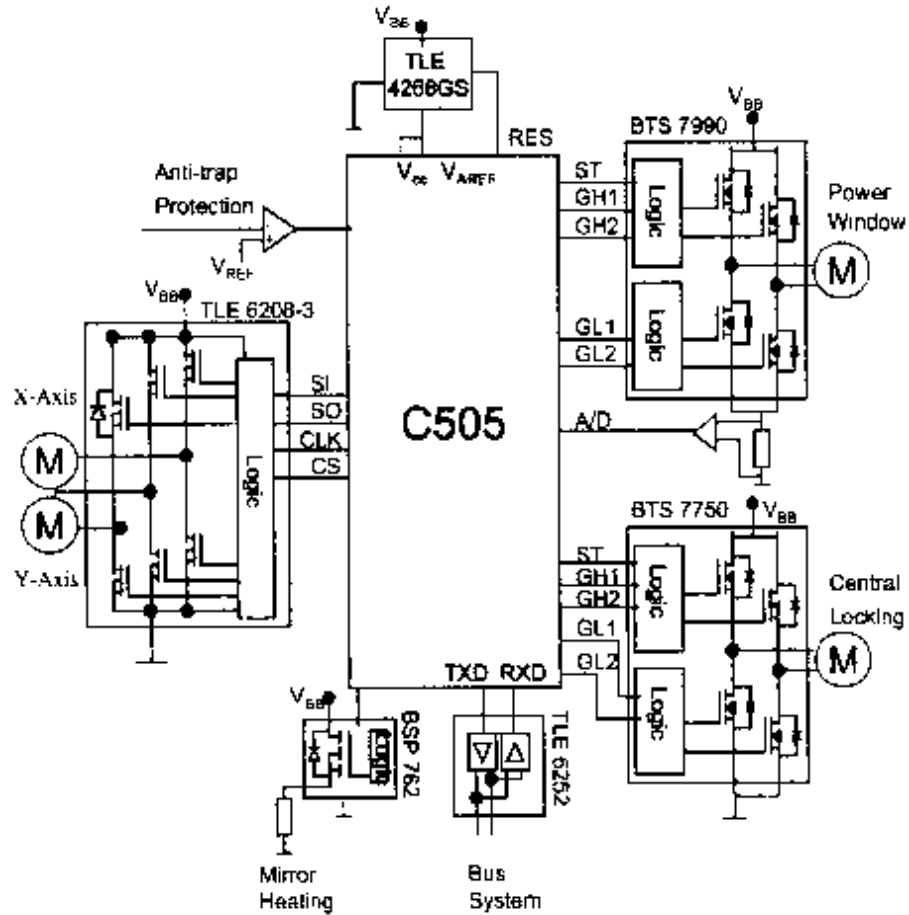


Fig.3.5 Schemă de comandă a uşii, cu microcontroller C505 și circuite integrate

### CAN BUS – exemplu de magistrală serială în automobil [DUM04a]

Dezvoltarea CAN a început odată cu implementarea unui număr tot mai mare de dispozitive electronice în autovehiculele moderne. Exemple de astfel de dispozitive sunt sistemele de management al motorului, suspensiile active, ABS, controlul cutiei de viteze, controlul farurilor, aerul condiționat, airbag-urile și închiderea centralizată (fig.6).

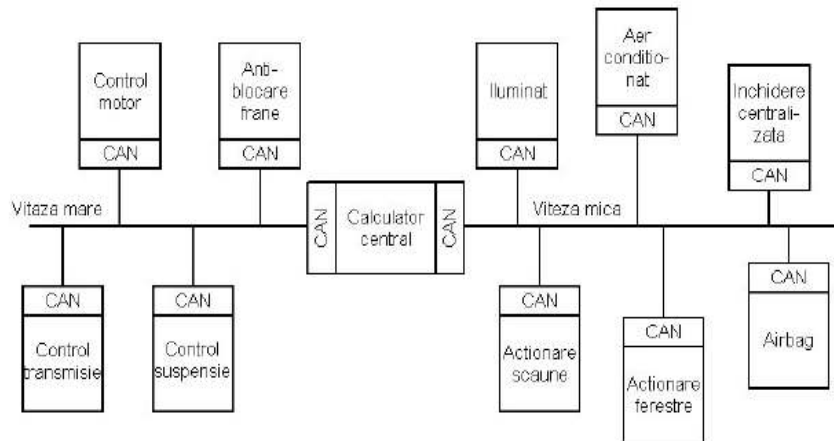


Fig.3.6 CAN Bus pentru conectarea subsistemelor în automobil



**Controller Area Network (CAN)** este un protocol de comunicație serial, care asigură controlul distribuit, în timp real, cu un mare grad de siguranță. A fost dezvoltat inițial de firma Robert Bosch GmbH, care deține și licența CAN, în ultima parte a anilor 1980.

Este standardizat pe plan internațional de International Standardization Organization (ISO) și de Society of Automotive Engineers (SAE).

- CAN de viteză mare are la bază standardul ISO 11898 (rate de transmisie de până la 1 Mbit);
- CAN de viteză mică (rate de transmisie de  $\leq 125$  Kbit) se bazează pe ISO 11519-2;
- Extensii în specificațiile 2A and 2B (datorită cerințelor producătorilor de hardware) de diferite lungimi ale identificatorilor (2A cu identificatori de 11 biți; 2B cu identificatori de 29 biți);
- Un alt standard este CiA DS-102: standardizează ratele de transmisie (baud-rates) și timpii impuși pentru transmiterea biților și stabilește conductorii, conectorii și liniile de putere.

**CAN în autovehicule:**

-SAE CAN clasa B (are la bază standardul ISO 11519-2), cu până la 32 de noduri, este implementat în spațiul interior al vehiculului și leagă componente ale șasiului și electronica destinată confortului – vezi ramura din dreapta în fig.6;

-SAE CAN clasa C (are la bază standardul ISO 11898), cu până la 30 de noduri, este implementat pentru conectarea și controlul motorului, a transmisiei, a frânării, suspensiei – vezi ramura stângă în fig.6.

CAN este protocolul cel mai utilizat în autovehicule și automatizări. Cele mai importante aplicații pentru CAN sunt automobilele, vehiculele utilitare și automatizările industriale. Alte aplicații ale CAN se regăsesc la trenuri, echipamente medicale, automatizarea clădirilor, echipamente electrocasnice și automatizarea birourilor.

**Concepte de bază**

Structura liniilor CAN bus line și nivelele de tensiune care corespund celor două stări ale magistralei – dominant and recesiv, sunt prezentate în figura 7.

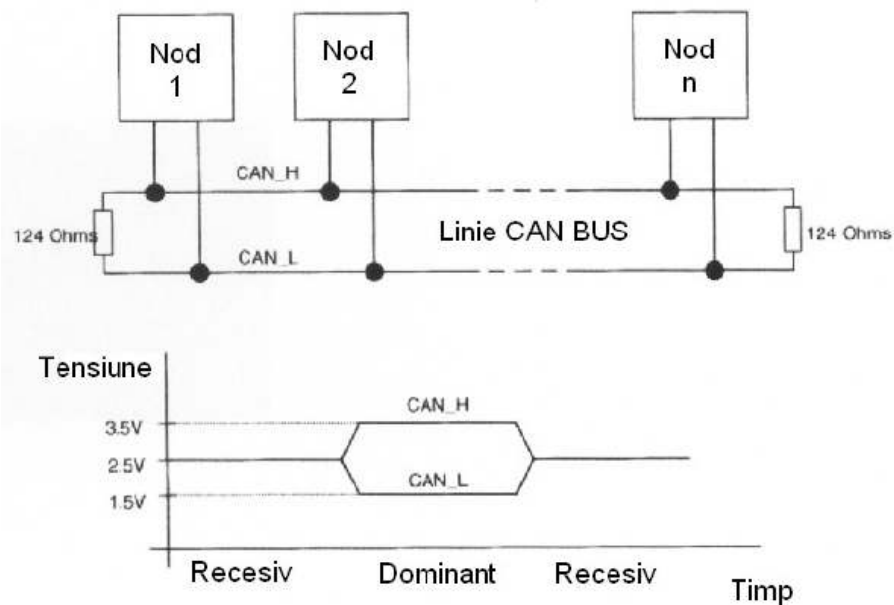


Fig.3.7 Liniile și nivelele de tensiune ale CAN Bus (ISO 11898)

## Proprietăți ale CAN

Iată câteva dintre cele mai remarcabile proprietăți ale CAN:

- *Priorizarea mesajelor: Identificatorul (identifier)* definește o prioritate statică a mesajului în timpul accesului la magistrală. Atunci când magistrala este liberă, oricare unitate poate demara începerea unei transmiterii unui mesaj. Dacă încep să transmită simultan două sau mai multe unități, conflictul de acces pe magistrală este rezolvat prin arbitrarea bit cu bit, utilizând identificatorul. Mecanismul arbitrării garantează că nu se pierde nici timp, nici informație. Pe parcursul arbitrării fiecare transmițător compară nivelul bitului transmis cu nivelul existent pe magistrală. Dacă nivelele sunt egale, unitatea continuă să transmită. Dacă ea transmite un nivel “recesiv” și magistrala monitorizează un nivel “dominant”, unitatea pierde arbitrarea și trebuie să se retragă, fără a mai transmite un singur bit.

Acest sistem de arbitrare, conceput special pentru autovehicule, permite rezolvarea unor evenimente de importanță mai mare în funcționarea mașinii, care necesită o decizie mai rapidă, prioritar față de evenimente pentru care deciziile mai pot întârzia.

-  *Multimaster*: Magistrala nu presupune o ierarhizare a nodurilor; când magistrala este liberă, oricare unitate poate începe transmiterea unui mesaj. Unitatea cu mesajul cel mai prioritar va câștiga accesul la magistrală.

-  *Siguranță*: Pentru a realiza cea mai mare siguranță în transferul datelor, în fiecare nod al magistralei CAN sunt implementate mijloace puternice pentru detectarea erorilor, semnalizarea acestora și auto-verificare.

- *Conexiuni*: Legătura serială de comunicație CAN este o magistrală la care pot fi conectate un anumit număr de unități. Acest număr nu are o limită teoretică, limita practică fiind determinată de timpii de întârziere și/sau consumul de putere pe magistrală. Nodurile magistralei nu au adrese specifice, adresa informației fiind conținută în identificatorul mesajului transmis și în prioritatea acestuia. Numărul nodurilor poate fi modificat dinamic, fără ca acest lucru să perturbe comunicația dintre celelalte noduri.

- *Rata de transmisie*: Viteza CAN poate fi diferită în diferite sisteme, dar pentru un anumit sistem rata de transmisie este fixată și constantă.

## Soluții pentru conectarea unui nod la CAN Bus

Un nod CAN utilizat pentru controlul unei anumite aplicații constă din diferite circuite (fig. 8).

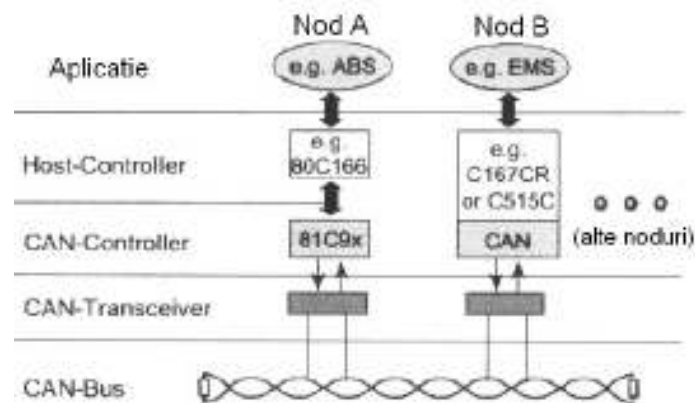


Fig.3.8 Exemple de implementare a CAN [Siemens]

#### 4. Tipuri de senzori și traductoare în tehnologia auto

Principalele tipuri de senzori încorporați în structura unui automobil modern sunt:

##### Pentru poziție;

-poziția pedalei de accelerație;-potențiomtru

-poziția clapetei de închidere;-potențiomtru

Pentru gaze de eșapament;-sonda Lambda (cu dioxid de zirconiu)

##### Temperaturi:

-motor, mediu, lichid de răcire;-termistori

aer evacuat;-termocuplu, termorezistență

##### Presiuni:

-aerul din conducta de aspirație;-capacitiv, membrană de silicon, piezorezistiv

-aer evacuat;- membrană de silicon, piston si fir rezistiv

##### Debitul de aer:

-contor cu paletă si potențiomtru;

-anemometru cu fir cald

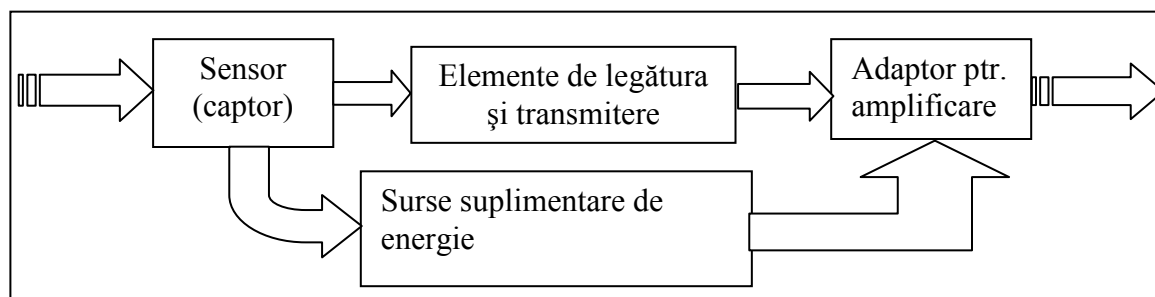
**Accelerația:-** accelerometru piezoelectric sau servo

**Viteza unghiulară:-**giroscop

**Turația:-**senzori cu reluctanță variabilă;

-senzori cu effect Hall

Elementul principal în sistemul mecatronic este **traductorul**. Acesta este un echipament care transformă o mărime de măsurat într-o altă mărime, de aceeași natură sau nu , aptă de a fi prelucrată de sisteme de prelucrare a datelor sau de introducere în sistemele de automatizare.



#### TRADUCTOR

În tehnologia auto se preferă traductori care au la ieșire o mărime electrică, întrucât aceasta se poate transmite la distanță, poate fi ușor amplificată și prelucrată de sistemele electronice.

## Principali traductori în tehnologia auto

O ardere bună a amestecului aer- carburant se realizează atunci când raportul stochiometric al celor două componente este 1. Bineînțeles că și aprinderea trebuie să fie exact în momentul în care s-a obținut raportul corect între oxygen și vaporii de combustibil ( jetul de combustibil).Sesizoarele Lambda au fost incluse în construcția instalațiilor de injecție în 1976, și măsoară cantitatea de oxygen din gazele de evacuare. Este fixat pe tubul de coborâre primar, înaintea convertorului catalitic, și determină conținutul de oxygen din gazele de eșapament a cărui valoare este în funcție de dozajul amestecului carburant. Construcție (fig. 1)

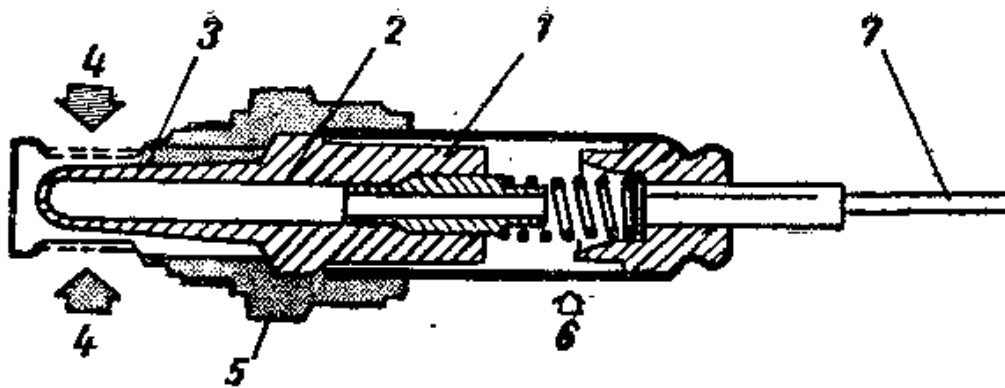
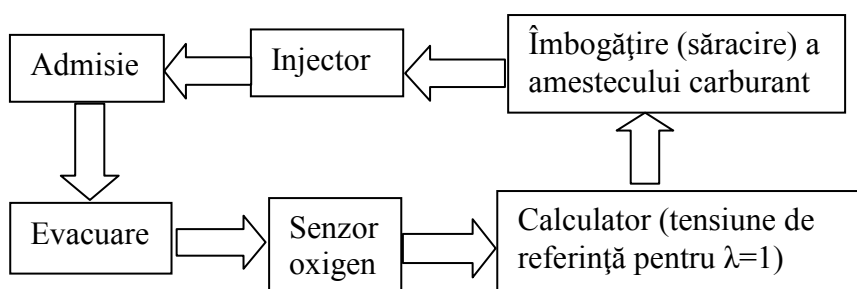


Fig. 4.1. Sonda Lambda

1-element ceramic ( $ZrO_2$ ); 2, 3- folii de platină); 4- tub de protecție cu fante (pentru gazul de eșapament); 5- corpul sensorului (metal); 6- tub de protecție cu fante (pentru aerul din atmosferă); 7- conexiuni electrice (fișă)

Modul de funcționare al sondei se bazează pe proprietatea ceramicii de a conduce ionii de oxygen la temperaturi de ( 300-800 °C).Suprafața exterioară a ceramicii este în contact cu gazele de eșapament arse, iar suprafața interioară cu aerul curat (atmosferic). Ca urmare între cele două suprafețe ale ceramicii va apare o variație de tensiune, ce va fi transmisă prin fișă 3 la unitatea electronică de control. Aceasta compară valoarea primită cu valoarea din memorie, corespunzătoare raportului stochiometric  $\lambda=1$  , și schimbă raportul combustibil-aer (comanda injectorului și a clapetei). Principiul de reglare este:



Pentru ca sonda să intre în funcțiune cât mai repede, este încălzită cu o rezistență (4) sau o termorezistență. Corelația dintre valorile  $\lambda$  și dozajul amestecului este dată în graficul din fig.2.

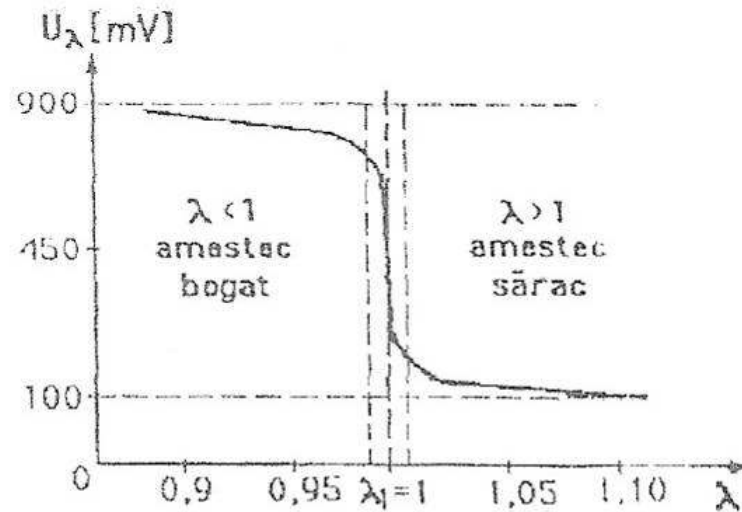


Fig. 4.2. Corelația  $\lambda$ - $U_\lambda$

Valoarea optimă ( $\lambda=1$ ) este la  $U_\lambda=0,45V$ , tensiune aflată în memoria calculatorului.

#### 4.1.Măsurarea temperaturii

Temperatura de funcționare a unui motor este factor esențial în ceea ce privește consumul, protecția mediului și în uniformitatea funcționării motorului, a puterii dezvoltate. Cunoșcându-se temperatura optimă a motorului, aceasta trebuie optimizată în limite acceptabile iar senzorii de temperatură transmit informațiile unitaților de calcul pentru a efectua corecțiile necesare (debit de aer, de combustibil, coeficienți de umplere a cilindrilor, etc.)

#### Procedee de măsurare a temperaturii

Pentru a cunoaște temperatura unui corp trebuie realizat un contact între acesta și un instrument termometric. Principalele instrumente sau senzori de măsurare a temperaturii sunt:

- **Termometrele:**
  - cu lichide;
  - cu dilatarea bimetalilor;
  - termometre manometrice (variația presiunii unui fluid în funcție de temperatură)
  - trductoarele rezistive;
  - bazate pe conductori (rezistențe);
  - bazate pe semiconductori (termorezistențe)
  - termocupluri;
  - pirometria optică;
  - măsurare în inflaroșu;
  - cu laser
  - măsurarea cu fibra optică.

Ca principiu de funcționare, instrumentele termometrice pot fi:

- dilatarea corpului termometric- termometrele
- variația presiunii corpului termometric- termometrele manometrice
- variația rezistenței electrice cu temperaturi- termorezistențe
- producerea unei tensiuni termoelectromotoare- termocuplul
- variația rezistenței electrice pe semiconductori- termistoare
- variația radiației luminoase- pirometria optică;
- măsurarea în inflorășu;-măsurarea cu laser.

În tehnologia auto, obișnuit, se utilizează termometrele cu bimetal, termometrele manometrice, termocuplul și termistorul, întrucât sunt mai ieftine, se încadrează în domeniul de temperatură cerut, sunt fiabile și comode în exploatare.

### Termometrele bazate pe dilatarea metalelor

Sunt de două feluri:- cu un singur metal –termostatul-care este și actuator, prin mărirea sau micșorarea unui orificiu de trecere a fluidului de răcire. Printr-un sistem de pârghii articulate poate transmite mișcarea și la un ceas indicator (tabloul de bord), (fig.3b)

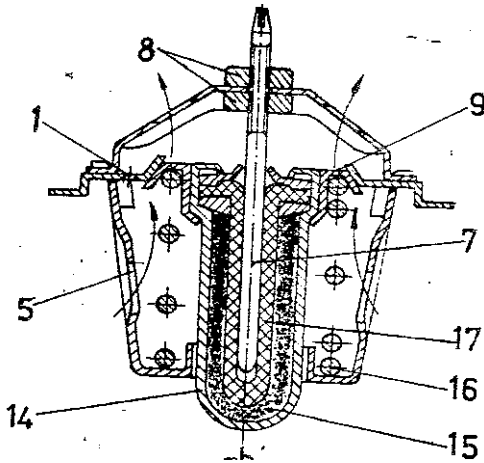


Fig 4.3a. Termostat

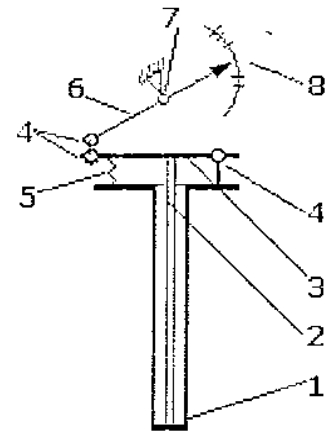


Fig 4.3b. Termostat cu metal tija cu dilatare

Fig. 3a. -1-orificiu de siguranță; 7-tija; 8-piulițe de reglare; 15-substanțe active (cerezina și praf de cupru); 7-suportul traductorului; 8- tub metalic; 9-supapa spre radiator;14- tub metalic; 16 –arc de echilibrare; 17-material elastic de etanșare

Fig 3b.- 1-teacă; 2-tija din metal cu coeficient de dilatare mare; 3-pârghie; 4-articulații; 5-resort; 6-ac indicator; 7-reazem fix; 8-cadran

**Traductorul cu bimetal.** Se bazează pe alăturarea a două metale cu coeficienți de dilatare diferiți (fig.4)

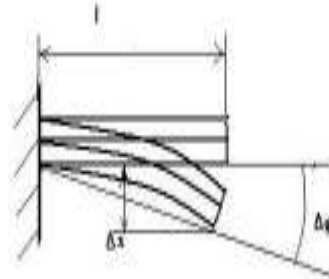
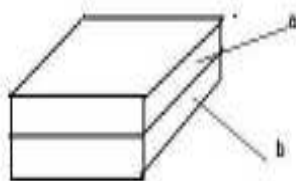


Fig.4. 4. Traductor cu bimetal

**Termometre manometrice.** Se bazează pe variația în funcție de temperatură a presiunii unui fluid, aflat într-un vas închis.  $(P/T)=\text{cst}$ . Variația presiunii este direct proporțională cu variația temperaturii. În general se preferă gazele, deoarece au presiune internă mică. Avantajul tubului capilar este că se poate transmite informația fără pierderi la distanțe mari. (fig. 5)

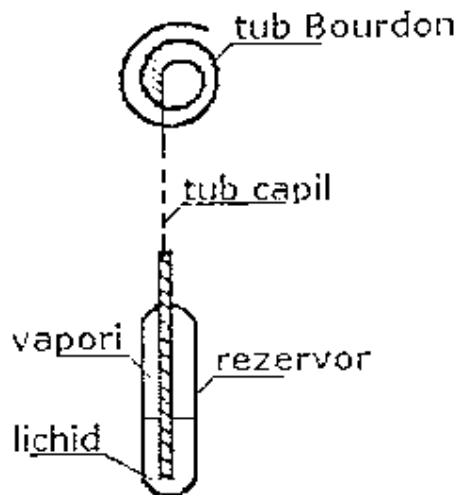


Fig.4. 5 . Termometru manometric

**Termometria rezistivă.** Este cel mai des utilizată în mecatronică auto întrucât se emite un semnal electric ce poate fi transmis la calculatorul automobilului. Se bazează pe variația rezistenței electrice a unor materiale conductoare și semiconductoare, în funcție de temperatura acestora.

**1. Traductoare resistive conductoare.** (fig.6) Sunt formate din sârme din metale, înfășurate, obișnuit, pe un suport izolator. Ca material pentru sârme se utilizează:

- cuprul; (-200 la 260)°C
- nichelul; (-50 la 180)°C
- wolframul; (-100 la 600)°C
- platina; (-260 la 1000)°C

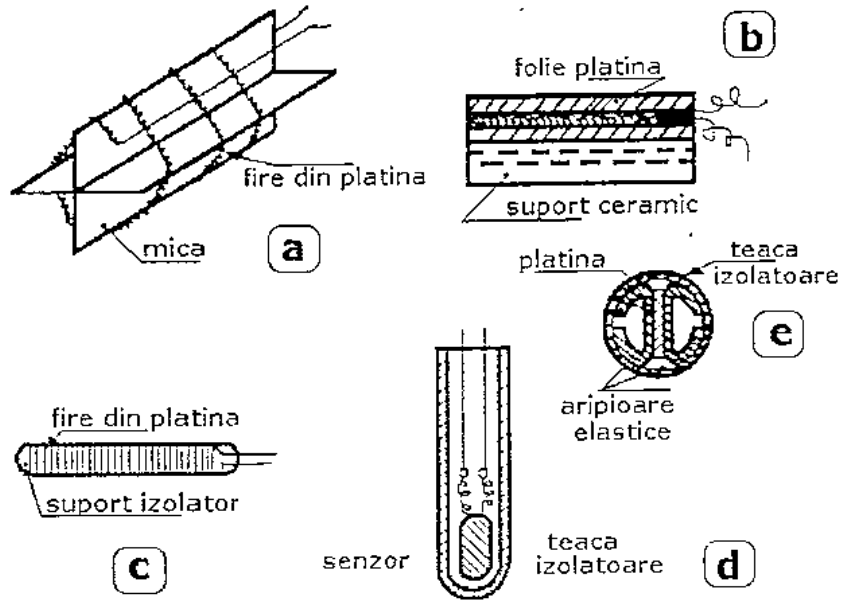


Fig. 4.6. Forme constructive de termorezistențe

Obișnuit rezistența acestora variază neliniar cu temperatura și de aceea trebuie bine calibrate și etalonate. Termorezistențele sunt, obișnuit, introduce într-o manta de protecție.

**2. Termistorii.** Sunt termorezistențe formate din semiconductori, dar cu coeficientul de temperatură negativ și de 10-15 ori mai mare decât al termorezistențelor cu metale. Având rezistențe mai mari se poate neglija rezistența cablurilor și informația poate fi ușor transmisă la distanță. Domeniul de temperatură este  $(-50 \text{ la } +450)^{\circ}\text{C}$ . Au multe avantaje dintre care se specifică: dimensiuni între sutimi de milimetru și milimetri, au inerție foarte mică și de aceea se utilizează cu succes la măsurarea variației temperaturii în timp scurt, măsurarea se face cu circuite electronice specializate și necesită sursă de tensiune stabilizată (12 V-ca exemplu.)

Forme constructive (fig.7)

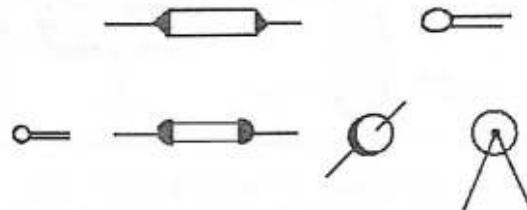


Fig.4.7. Termistori-forme constructive

**3.Termocuplul.** Este un sensor de temperatură care se bazează pe efectul Seebeck. Dacă un circuit format din două conductoare din materiale diferite apare un gradient de temperature, atunci



apare și o tensiune termoelectromotoare. ( $e_0=$ ) Cele două metale formează un termocuplu. (fig4.8).

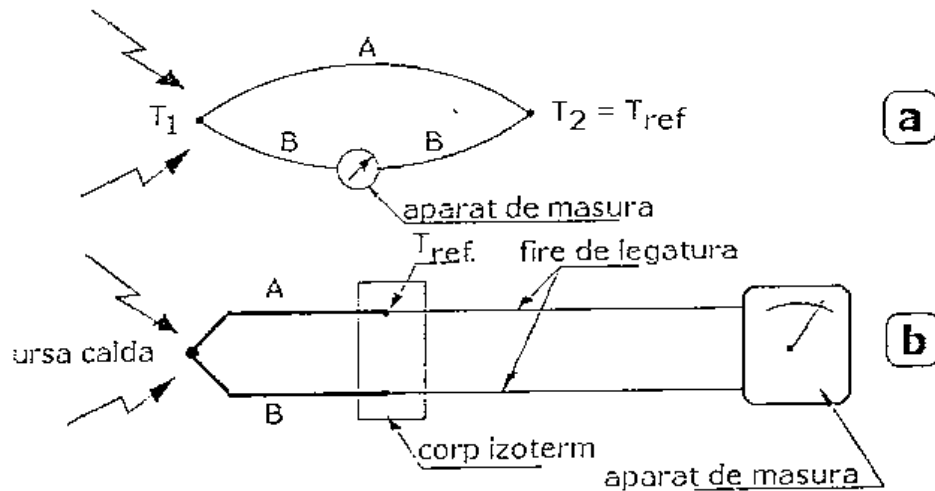


Fig. 4.8. Termocuplu

a-schema teoretică; b-schema tehnică

În principiu un termocuplu are construcția din fig.4.9.

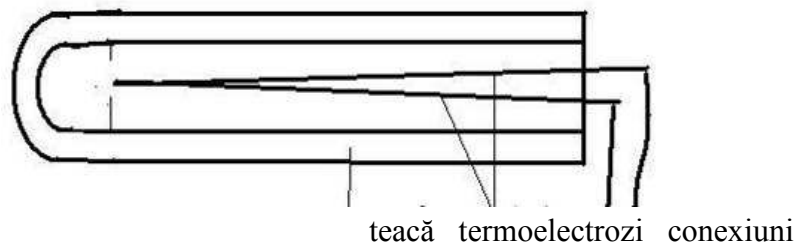


Fig.4.4.9. Termocuplu

Materialele pentru electrozi se aleg funcție de domeniul de temperatură necesar a fi măsurat:-  
cupru-constandan pentru intervalul(-200 la 40) $^{\circ}$ C;

- cromwel-alumel pentru intervalul (-200 la 1000) $^{\circ}$ C;

- platina-rhodiul pentru intervalul (0 la 1600) $^{\circ}$ C.

#### 4.2. Traductori de presiune

În majoritatea cazurilor, asigurarea funcționării corecte a sistemelor dintr-un automobil se realizează și prin menținerea parametrului presiune într-o anumită gamă de valori limită (motor, lagăre, sistem de ungere, frâne, stabilitate, etc.)

Din totalitatea modurilor de măsurare a presiunii se prefera senzorii electrici întrucât informația furnizată poate fi transmisă la distanță, iar semnalul prelucrat poate fi o informație sigură în realizarea corecturilor necesare. La măsurarea presiunilor se pot utiliza următoarele categorii de traductori:

1. Pentru măsurari directe se utilizează aparate cu tuburi elastice. Cel mai utilizat este **manometrul cu tub Bourdon. (fig.10)** Acesta utilizează un tub curbat circular, cu un capăt închis și legat la un mecanism pentru indicarea valorilor, iar cu celălalt capăt este conectat cu fluidul a cărui presiune urmează a fi măsurată. Pentru tuburi se utilizează materiale cu proprietăți elastice

liniare și cu histerezis cât mai redus (alame, bronzuri, oțeluri inoxidabile) .Se mai utilizează și **manometrele cu membrane(fig.11)**.

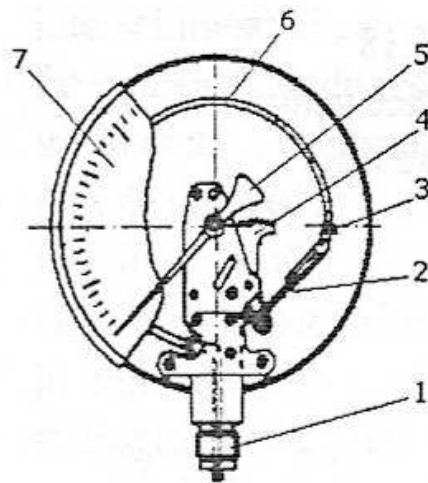


Fig. 4.10. Manometru cu tub Bourdon  
1-racord; 2-pârghie; 3-cap tub; 4-sector dințat;  
5-ac indicator;6-tub Bourdon; 7- cadran

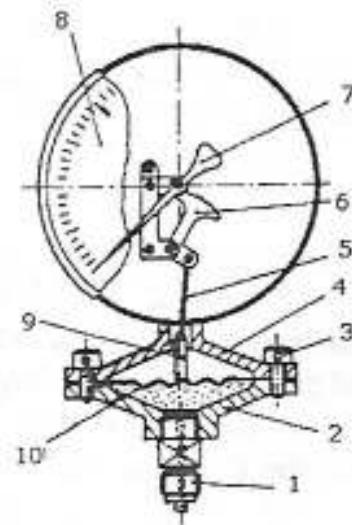


Fig.4.11. Manometru cu membrane  
1-racord; 2,4-flanșe; 3-șurub; 5-pârghie;  
6-sector dințat; 7-ac indicator; 8-cadran;  
9-piesă centrare; 10-membrană

2. În sistemele mecatronice ale automobilului se utilizează adesea aparate cu traductoare electrice, adică modificarea presiunii conduce la modificarea unei mărimi electrice.

2.1. **Aparate cu traductoare electrice resistive.** Sunt cele mai utilizate întrucât permit prelucrarea ușoară a semnalului și se pot include ușor în lanțuri de măsură automatizate;

**a) manometrele cu manganină**,sunt ca principiu formate dintr-un fir spiralat din manganină, aflat într-o incintă sub presiune. (fig.12)

$$DR=k.R.p,$$

k- constanta de presiune a anganinei,  
R- rezistența electrică,  
p- presiunea

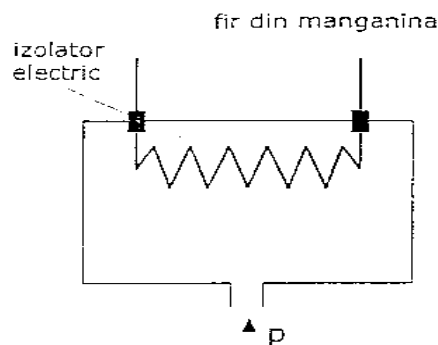
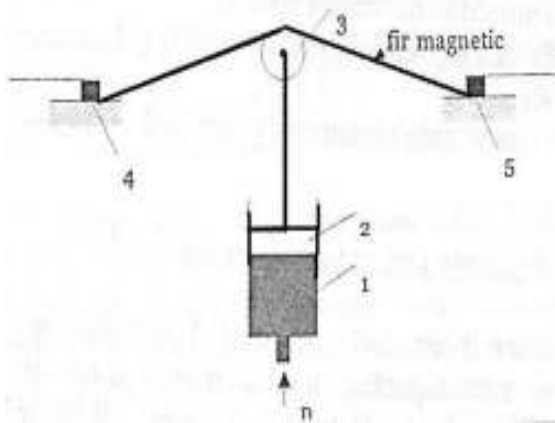


Fig. 4.12. Manometru cu manganină

**b) aparat cu piston și fir rezistiv (capsule manometrice)(fig.13)**



$$I = U/R, U = \text{cst.} \Rightarrow I = f(R)$$

$$R = \rho \cdot l \cdot s$$

Fig. 4.13. Aparat cu piston și fir rezistiv

1- cilindru; 2-piston; 3-rolă; 4,5-suporturi;

c) capsulă cu membrane și lichid (azotat de plumb), (fig.14) se bazează pe modificarea rezistenței electrice a lichidului în momentul în care asupra membranei acționează o presiune. Fig.14.

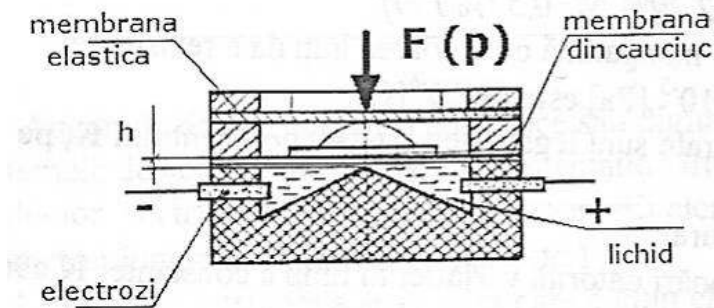


Fig. 4.14. Aparat cu membrane și lichid

d) capsulă cu membrane și traductor potențiomtric(fig.15)

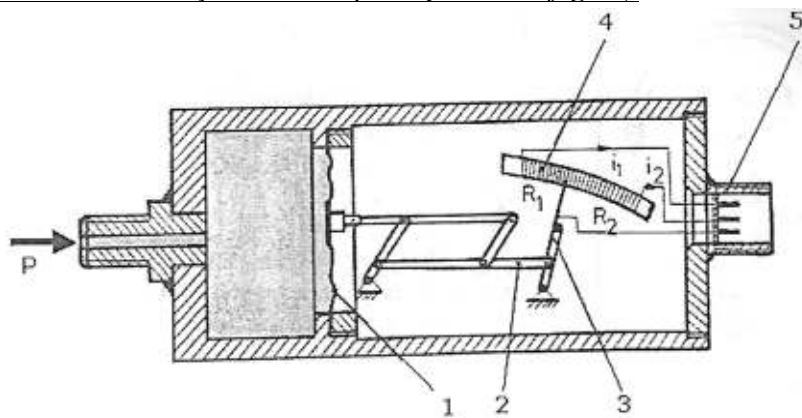


Fig. 4.15. Manometru cu membrane și traductor potențiomtric

1-membrană; 2-mecanism de amplificare a semnalului electric; 3-cursor; 4-potențiomtru; 5- conector electric

În multe situații în locul membranei plate se folosește fie o membrană ondulată, fie un burduf, întrucât au deformații mult mai mari.

**2.2.Aparate sau instalații pentru măsurarea presiunii cu elemente de tip inductive.** Acestea rezultă din cuplarea unui element mecanic deformabil la presiune cu un sensor inductiv

de deplasare. Principiul de funcționare se bazează pe variația tensiunii electrice într-un transformator la deplasarea miezului (fie magnet permanent , fie electromagnet) împreună cu elementul mecanic deformabil.(fig.16)

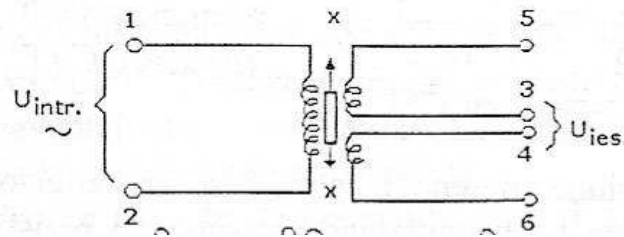


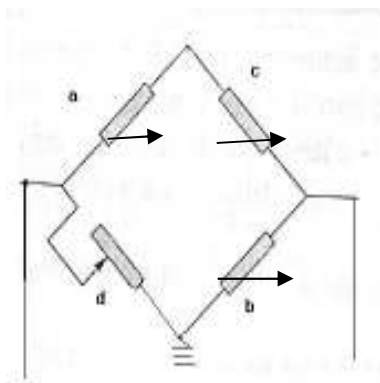
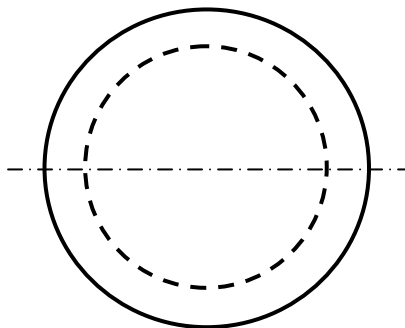
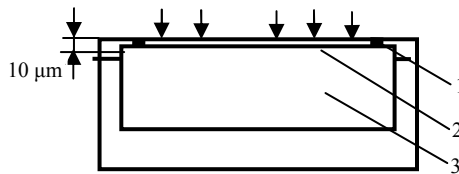
Fig. 4.16. Transformator diferential-linear

**2.3.Traductori de presiune capacitivi.** Au la bază modificarea capacității electrice a unui condensator prin modificarea distanței dintre armături.

$$C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot A/x,$$

Pe această bază se realizează microsenzori cu dimensiuni foarte mici (100 μm- 2 mm). Una dintre armături este fixă iar cealaltă este conectată rigid cu o membrană deformabilă sub acțiunea presiunii sau a unui tub Bourdon, etc.

**2.4.Traductori piezoelectrice pentru măsurarea presiunii.** Acestea sunt traductoare active, generatoare de tensiuni proporționale cu forța de solicitare a acestora (presiune).(fig.17)



Traductorii de acest gen se utilizează la măsurarea și corectarea cuplului motor prin măsurarea presiunii gazelor. In general sunt traductori cu membrane de silicon și elemente piezorezistive.

Fig.4.17.Traductor piezoelectric

1-membrană de silicon;

2-elemente piezorezistive;

3-vid

a, b, c, d- elemente piezorezistive

Acestea produc un potențial electric mic și pentru compensări se utilizează legarea lor într-o punte Wheatstone, tensiunea la ieșire fiind proporțională cu variația tensiunii.Asemenea senzori sunt produși de firma Bosch și utilizați mult în tehnologia auto.

### 4.3. Măsurarea debitului de aer

Măsurarea debitului de aer prin galeria de aspirație este importantă pentru controlul arderii combustibilului și a reglării raportului aer- combustibil. Debitul de aer se măsoară și se reglează cu ajutorul **debitmetrelor** (măsoară atât depresiunea cât și secțiunea) sau se măsoară numai viteza fluidului într-o secțiune de mărime constantă prin **anemometrie electrică**. Ambele soluții sunt utilizate.

**Debitmetrele** măsoară atât depresiunea cât și secțiunea fie din fața supapei de admisie, fie dintr-un ajustaj situat în amonte obturatorului. La acestea, elementul esențial îl constituie o clapetă cu deplasare circulară sau axială, mișcarea efectuându-se sub acțiunea depresiunii variabile realizate prin deschiderea obturatorului. Clapeta este legată de cursorul unui potențiomtru, tensiunea de la acesta mergând în unitatea centrală de calcul. Calculatorul comandă apoi injectorul și bobina de inducție (aprinderea). (sistem feed-back.)

Există două variante; a)- cu clapetă rotitoare; b)- cu clapetă cu deplasare axială. (fig.18)

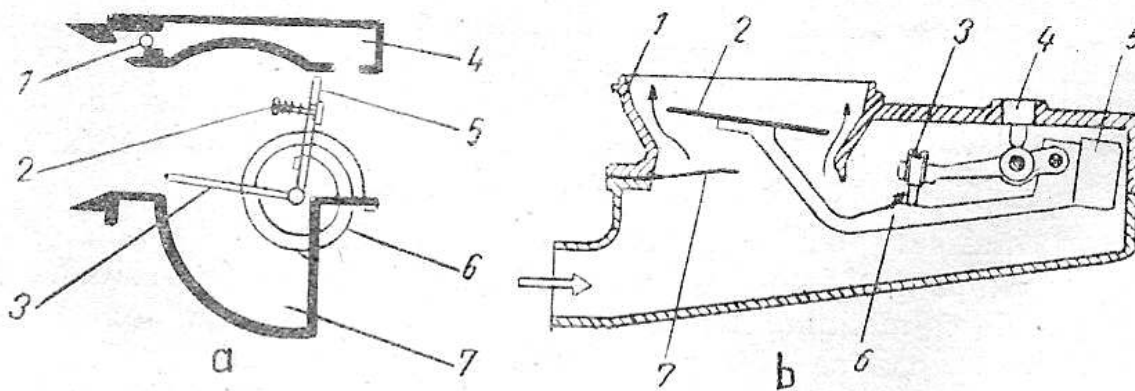


Fig. 4.18. Debitmetre de aer.

La varianta: *a)* clapeta debitmetrului, 5, se rotește în jurul unui ax și este echilibrată de arcul 6. O clapetă auxiliară ,3, și camera 7 servesc pentru amortizarea pulsațiilor, deci pentru uniformizarea mișcării clapetei 5. Mersul la relanti este asigurat de canalizația 4, reglat cu șurubul 1. Clapeta este legată cu axul unui reostat , tensiunea (rezistența) variabilă a acestuia fiind transmisă unității centrale de calcul.

*b)* clapeta debitmetrică 2, suferă o mișcare cvasiliniară în ajustajul 1, sub influența depresiunii. Prin intermediul pârghiei 6 este reglat dozatorul 4. Echilibrul ansamblului se realizează cu ajutorul contragreutății 5. Contactul 7 conduce tensiunea la unitatea de calcul.

### Anemometria cu fir cald

Există și soluții la care pentru reglare se măsoară numai viteza aerului într-o secțiune constantă. La intrarea în colectorul de admisie se prevede o rezistență de platină, încălzită electric și legată la o punte Wheatstone. Temperatura rezistenței scade odată cu creșterea vitezei aerului, și, pentru a o menține constantă trebuie mărită valoarea curentului care străbate rezistența; puntea se dezechilibrează, permițând aprecieri cantitative privind debitul de aer. Timpul de răspuns este de ordinul milisecundelor. Rezistența se poate monta într-o canalizație paralelă și nu crează rezistențe suplimentare la umplere. Încalzirea filamentului se poate face sub tensiune constantă, semnalul la ieșire fiind tensiunea de dezechilibru, (cel mai adesea) sau sub tensiune variabilă dar e necesar a menține temperatura constantă cu ajutorul unui circuit de autoreglare.

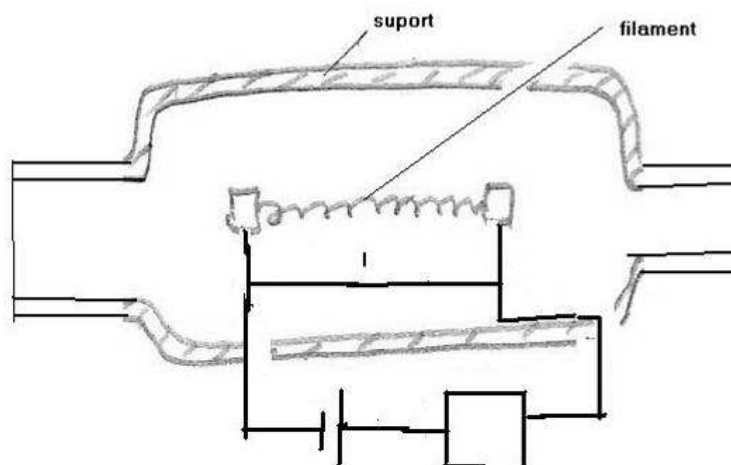


Fig .4.19. Principiul pentru anemometrie cu fir cald

### Potențiometrul clapetei.

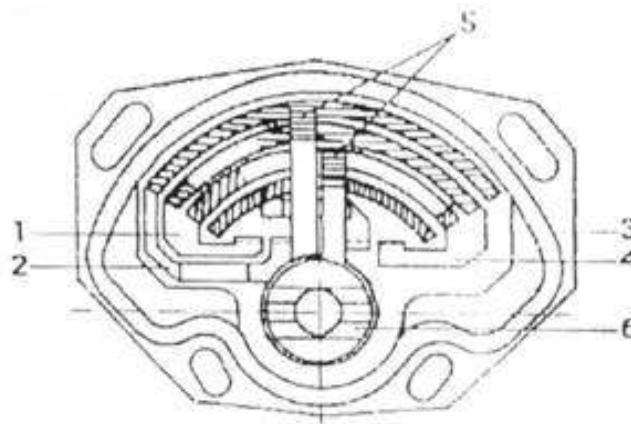


Fig.4.20. Potentiometrul clapetei

Este fixat pe unitatea de injecție în capătul axei clapetei și este constituit dintr-un potențiomtru cu dubla pistă. Acesta este alimentat cu o tensiune de 5V de la calculator, iar la acționarea clapetei de accelerație trimite un semnal de tensiune proporțională cu poziția acesteia. Calculatorul va comanda apoi injectorul și bobina de inducție. Potențiomtrul are următoarele componente (fig.20 ). Potențiomtrul este de fapt un dublu-potențiomtru: primul lucrează în intervalul (0°-22°C), iar al doilea între ( 19°-90°C. ). Se observă existența unei zone commune, între (19°-22°C), realizată pentru o citire mai bună a necesarului de sarcină în zona sarcinilor parțiale , care este cea mai utilizată în exploatarea unui motor.

### **5. Managementul electronic al motorului**

Scopul gestionării motorului este de a permite introducerea și arderea unei cantități precise de benzină în camera de ardere. Această operație trebuie să răspundă cerințelor șoferului :

- accelerație,
- viteza stabilizată a vehiculului,
- decelerație,
- relanti, respectând în același timp normele de poluare.

Și toate acestea, pentru toate cazurile de utilizare a vehiculului : circulație în oraș, pe autostrada, urcarea rampelor. Răspunsul la aceste diferite cereri se face grație stăpânirii perfecte a :

- dozajului aer - benzină
- momentului de declanșare a scânteii, realizat de un sistem de injecție și aprindere electronic.

Pentru realizarea dozajului, trebuie adus aer și benzină la « porțile motorului ». Acesta este rolul :

- circuitului de admisie aer,
- circuitului de alimentare cu carburant.

Mai departe, numai sistemul de injecție poate adapta cantitatea de benzină la cantitatea de aer pentru realizarea dozajului.

Circuitul de aer rămâne cel tradițional, în schimb circuitul de alimentare cu benzină a suferit câteva adaptări pentru a permite funcționarea sistemului de injecție electronică.

Cum se poate constata, legislația, atât românească cât și europeană impune reglementări din ce în ce mai stricte cu privire la nivelul de poluare emis de autovehicule.

În același timp, toți constructorii tind să propună clienților vehicule având cel mai mic consum posibil, un cuplu și o putere a motorului maxime pentru a obține un confort cât mai ridicat în conducere. Pentru aceasta trebuie ca motorul să poată furniza cel mai bun raport : **RANDAMENT / PUTERE / CONSUM-POLUARE.**

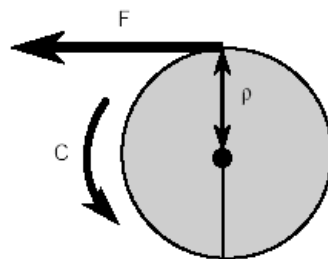
Numai sistemele de injecție pot răspunde la toate aceste condiții.

În același timp este de reținut că puterea, cuplul motor, consumul/poluarea și fiabilitatea motorului sunt caracteristici fundamentale care se cer de la un motor și care sunt condiționate de :

- Starea mecanică a motorului ( distribuție, compresie, nivel uzură...)
- Starea sistemului de evacuare.
- Starea sistemului de aprindere.
- Starea sistemului de alimentare aer/benzină.
- Calitatea carburantului.

### Cuplul

Simbol : C
Unitate : Newton.metru (N.m)



MOTESS V3-CAG0403MB0002

$C = F \text{ (forța)} \times \rho \text{ (bratul)}$
--

Cuplul este definit de o forță ( $F$ ) aplicată unui braț( $\rho$ ). Efectul este solicitarea ansamblului la rotație.

Grație arderii complete a amestecului carburant putem obține cuplul motor. Când toată benzina este arsă, se degajă un maxim de energie care ne permite să recuperăm o forță maxima pe capul pistonului, care transmisă către mecanismul bielă-manivelă, ne permite să obținem cuplul motor.



Caracteristicile amestecului aer – benzină vor permite obținerea acestor criterii.

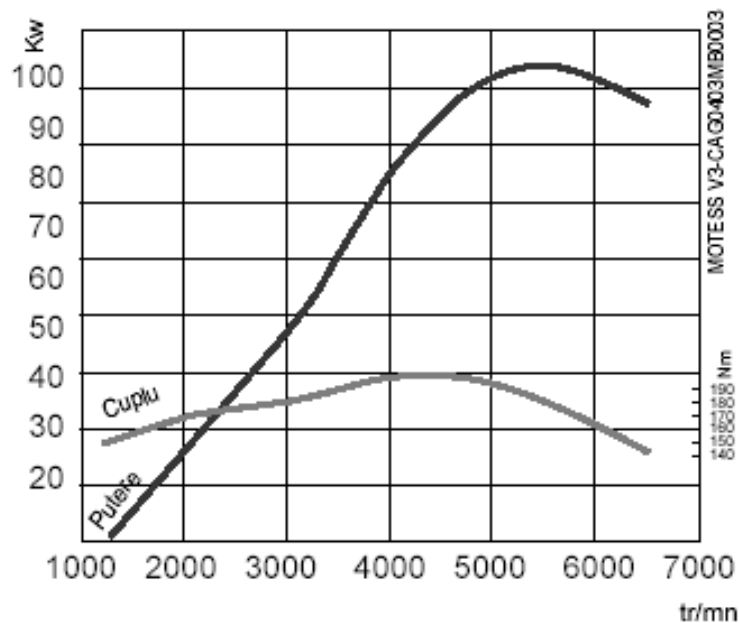
Reamintim totuși că noțiunile de putere și cuplu depind puternic de caracteristicile tehnice ale motorului (raport cursă-alezaj ; legea arborelui cu came ; motor multisupape ; motor atmosferic sau supraalimentat).

### Puterea

Simbol : P  
Unitate : Watt

$$P = C (\text{cuplu}) \times \omega (\text{viteza de rotație})$$

### Exemplu de curbe de putere și cuplu.



Pentru o anumită stare tehnică a motorului, o anumită calitate a carburantului și a aerului, motorul furnizează un cuplu și o putere variabilă cu regimul. Variația este dată de umplerea mai mult sau mai puțin importantă a cilindrilor cu amestec.

### 5.1.Circuitul de admisie aer

Un amestec carburant este compus dintr-un carburant și un comburant. Calitatea și proporțiile acestora trebuie să ducă la o ardere cât mai completă posibil. Pentru a putea să ardă, un amestec aer-benzină trebuie să fie : gazos, dozat și omogen.

**Amestec gazos.** Benzina în stare lichida arde greu, în comparație cu vaporii de benzină. De aceea, benzina trebuie să treacă din stare lichidă în stare gazoasă iar aceasta se realizează prin pulverizare.

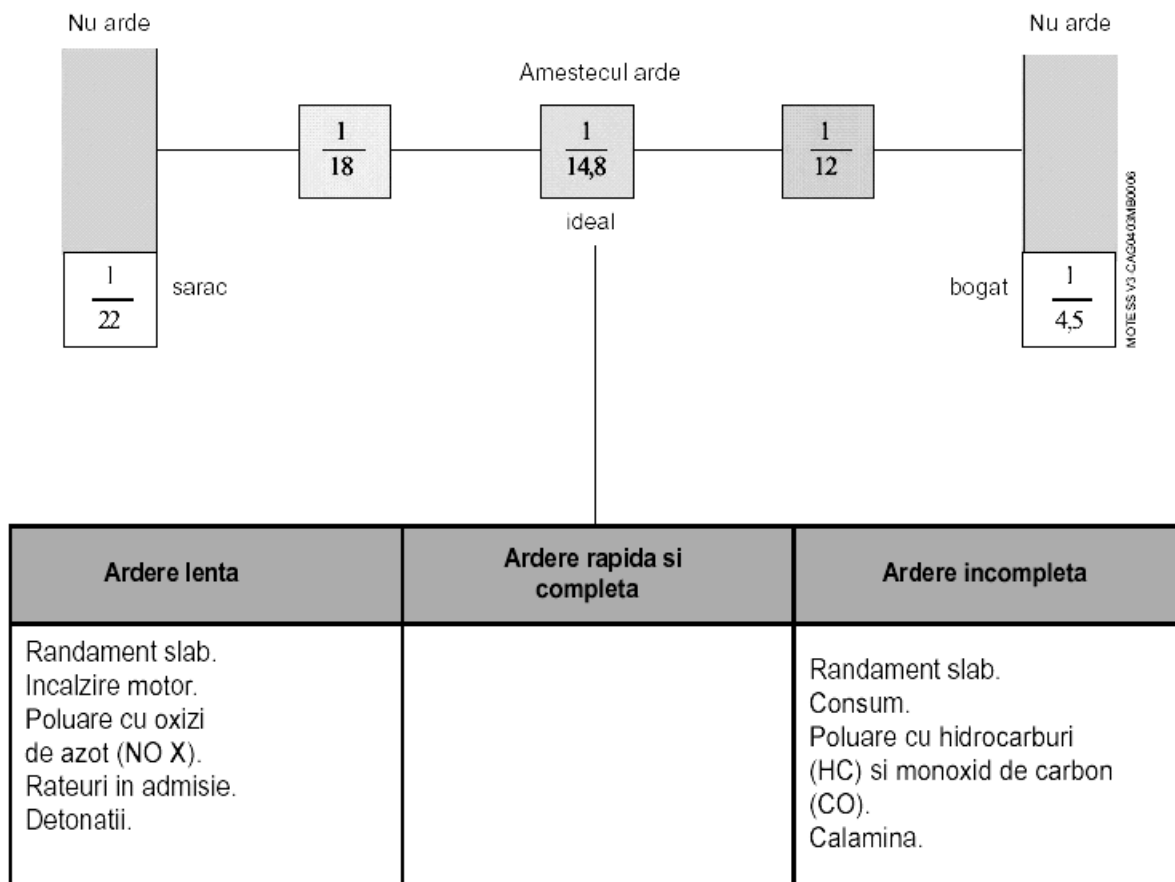
**Amestec dozat.**

$$\text{Dozaj stoechiometric(ideal)} = \frac{\text{masa carburantului (teoretic)}}{\text{masa de aer (teoretic)}}$$

Îm bogățirea este raportul între dozajul real și cel ideal. Un amestec sărac ( $R < 1$ ) conține mai puțin carburant, un amestec bogat ( $R > 1$ ) conține mai mult carburant.

$$\text{Im bogatire (R)} = \frac{\text{Dozaj real}}{\text{Dozaj stoechiometric}}$$

Lambda este raportul între dozajul ideal și cel real. Un amestec sărac ( $\lambda > 1$ ) conține mai mult aer iar ( $\lambda < 1$ ) mai puțin aer.



RANDAMENT 1/18	PUTERE 1/12
<p>Obținerea întregii energii pe care o are fiecare particula de benzina. Trebuie arsă toată benzina. de aceea este necesar un ușor exces de aer. Este dozajul economic. El va fi utilizat pentru regimurile medii.</p>	<p>Trebuie ca viteza de propagare a flacării sa fie cât mai mare posibil. Este necesar deci un ușor exces de benzina. Este dozajul de putere. El va fi utilizat pentru regimurile înalte sau atunci când avem nevoie de puterea maximă disponibilă.</p>

$$\text{Lambda} = \frac{1}{\text{Imbogățire}} = \frac{\text{Dozaj stoechiometric}}{\text{Dozaj real}}$$

Pe de altă parte, pentru motoarele moderne cu sisteme de depoluare, se caută ca amestecul să fie foarte aproape de un raport stoechiometric corespunzător dozajului ideal de 1/14,8.

### Amestec omogen

Un amestec omogen este un amestec care are aceeași compoziție în tot volumul său.

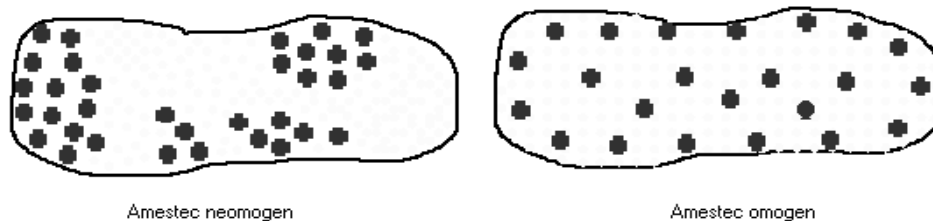


Fig.5.1 Omogenitatea influențează viteza de ardere.

### Circuitul de aer

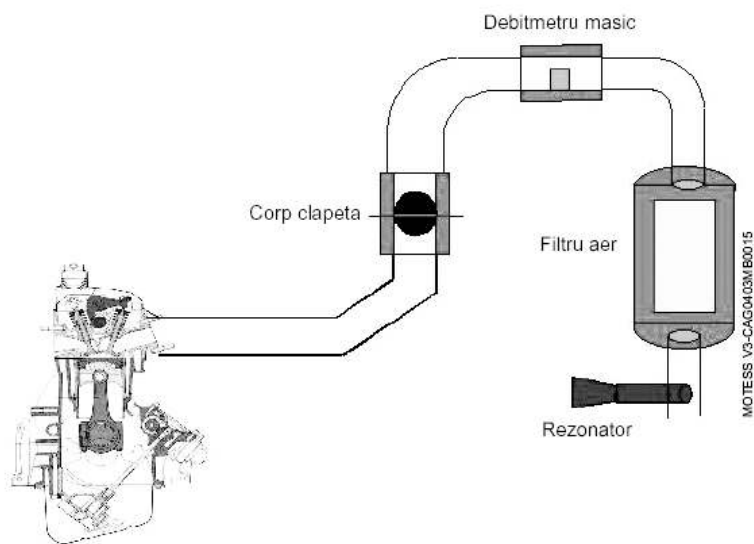


Fig.5.2

Rolul circuitului de aer este de a conduce aerul din exteriorul vehiculului până în camera de ardere. Elemente componente -filtru de aer

- corp clapetă sau corp clapetă motorizată (comanda)
- debitmetru masic (măsurare)
- rezonator (ameliorarea acusticii admisiei)
- canalizații variabile (ameliorarea randamentului motorului)

Pe circuitul de aer mai găsim de asemenea și alte elemente:

- injectoare
- captor presiune admisie
- sondă temperatură aer
- turbocompresor și intercooler, în cazul motoarelor supraalimentate

**5.2. Circuitul de alimentare cu benzină** servește la transferul benzinei din rezervor către injectoare. El se compune din următoarele elemente :

-rezervor.;sorb; pompă de benzină ;filtru de benzină; regulator de presiune; rampa de injecție; amortizor de pulsații; injectoare.

În principiu un circuit de alimentare este prezentat în fig.

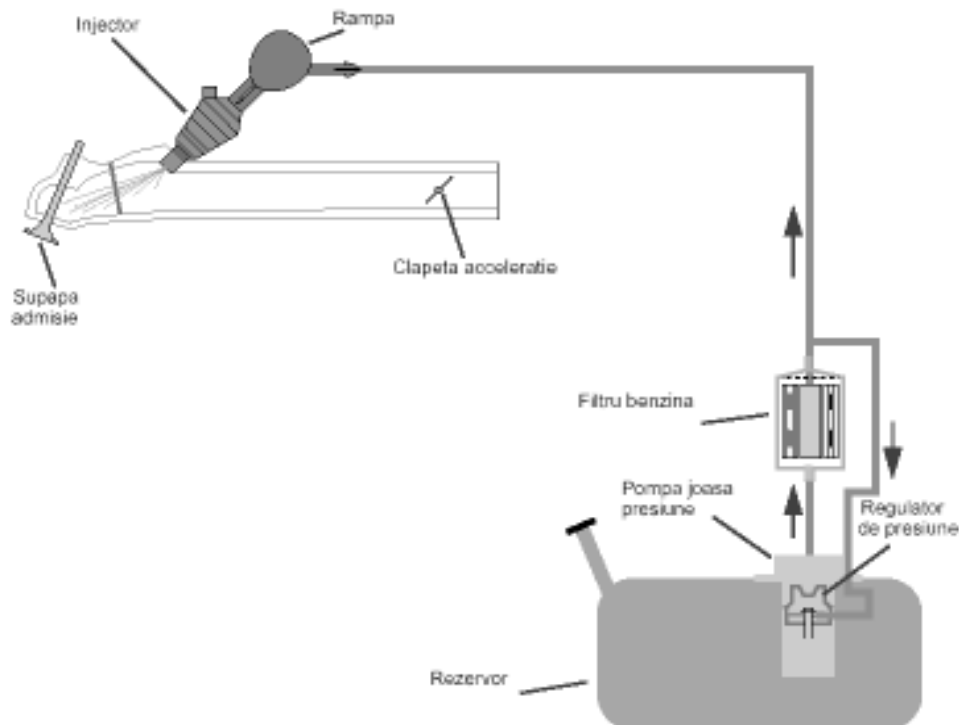


Fig.5.3

Regulatorul de presiune este integrat împreună cu pompa de benzină și indicatorul de nivel într-un ansamblu montat în rezervor : presiunea deci nu mai este în funcție de sarcină, ci constantă. Calculatorul este cel care gestionează cantitatea de benzină, modificând timpul de injecție în funcție de parametrii motorului (turație / sarcină / temperatură).

Arderea amestecului este însoțită de o puternică creștere de temperatură și presiune în camera de ardere. Acest fenomen permite recuperarea unei forte pe capul pistonului și împreună cu echipamentul mobil, crearea CUPLULUI MOTOR. Arderea normală se propagă cu o viteză de aproximativ 30m/s. Fiecare strat de amestec se aprinde succesiv. Astfel presiunea și temperatura cresc progresiv în camera de ardere.

Pentru ca presiunea rezultată în urma arderii să fie corect sincronizată cu poziția motorului, este indispensabilă aprinderea amestecului înaintea PMS funcție de :

- turație,
- presiune colector,

Pentru a putea coordona aprinderea și injecția de benzină, calculatorul utilizează două informații fundamentale :

- turația motorului
- presiunea din colectorul de admisie sau debitul de aer care intra în motor.

Captorul de turație și poziție ( captor volant motor ).

El are rolul de a informa calculatorul asupra:

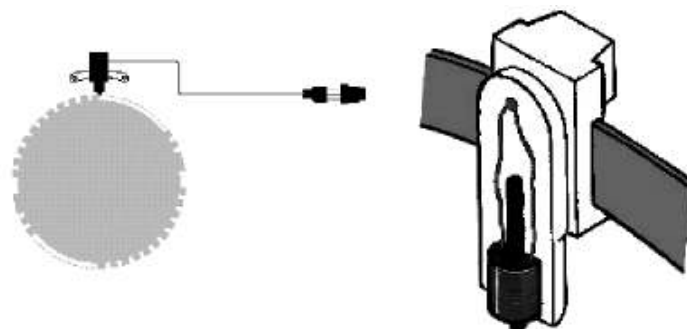
- Vitezei de rotație
- Poziției arborelui motorului.

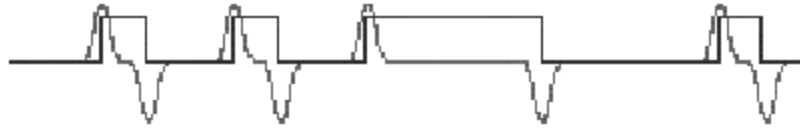
Cele două informații sunt obținute de un captor magnetic fix care transmite calculatorului imaginea electrică a coroanei danturate care se rotește solidar cu arborele cotit.

El este de tip inductiv ( generează un curent )

Coroana are dinți cu lațime mai mare pentru reperarea poziției și dinți mai înguști pentru măsurarea vitezei de rotație.

Fig.5.4.





Imaginea electrică transmisă de captor către calculatorul de injecție.

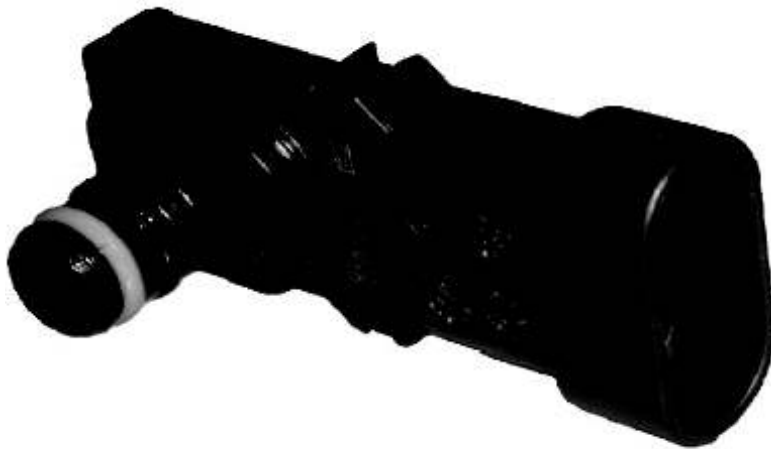


În anumite cazuri, captorul inductiv este înlocuit de un captor cu efect Hall (motor V4Y).

***Captorul de presiune absolută ( la injecția de tip presiune/turație )(Fig.5.5.)***

Are rolul de a informa calculatorul asupra presiunii din colectorul de admisie.

Este montat cât mai aproape de colector pentru a reduce timpul de răspuns al sistemului de injecție.



Este de tip piezo-rezistiv.

Acest semnal este unul din  
parametrii principali  
pentru calculul timpului de injecție și  
al avansului la aprindere.

Care este diferența între presiunea  
relativă și presiunea absolută  
?

Presiunea relativă : referința este  
presiunea atmosferică

Presiunea absolută : referința este  
zero absolut ( corespunzător vidului total )  
(Memorarea presiunii atmosferice).

La altitudine, contrapresiunea din eșapament scade. Rezultă o diminuare a recirculării interne de aer din motor iar datorită presiunii constante din colector are loc o sărăcire a amestecului la relanti și sarcini mici.

Calculatorul reactualizează presiunea atmosferică:

- ☞ La fiecare punere a contactului,
- ☞ La fiecare apăsare la maxim a pedalei de accelerație
- ☞ De fiecare dată când presiunea din colector este mai mare decât presiunea

atmosferică memorată ( mai puțin turbo ).

Există pentru anumite calculatoare, un mod degradat care permite ignorarea captorului de presiune atunci când el este defect.

În acest caz calculatorul « reconstituie » presiunea din colector plecând de la informația de sarcină ( dată de potențiometrul de la clapetă ) și de la turația motorului

### ***Debitmetrul masic cu fir cald (injecție de tipul debit/viteză)(Fig5.6.)***



Debitmetrul masic de aer are rolul de a informa calculatorul de masa de aer aspirată de motor. Este montat între filtrul de aer și clapetă. Debitmetrul cu fir cald participă la calculul sarcinii motorului.

Debitul masic admis este determinat măsurând energia necesară pentru menținerea la o temperatură constantă a unui element (film) supus influenței fluxului de aer măsurat. Pentru asigurarea funcției de pornire a motorului, calculatorul are nevoie să cunoască anumiți parametri și să piloteze anumiți actuatori.

### ***Captorul temperatură apă motor.(Fig.5.7)***

Captorul de temperatură informează calculatorul de injecție asupra temperaturii lichidului de răcire. Este o rezistență pe bază de semiconductor (termorezistență)



Temperatura lichidului de răcire exercită o mare influență asupra consumului de carburant. O sondă de temperatură integrată în circuitul de răcire măsoară temperatura motorului și transmite un semnal electric către calculator.

Calculatorul exploatează valoarea rezistenței care variază funcție de temperatură. În plus calculatorul poate adopta strategii particulare (îmbogățirea amestecului la pornirea la rece)

***Captorul temperatură aer.(Fig. 5.8)***

***Este construit după aceeași tehnologie ca și captorul temperatură apă.***



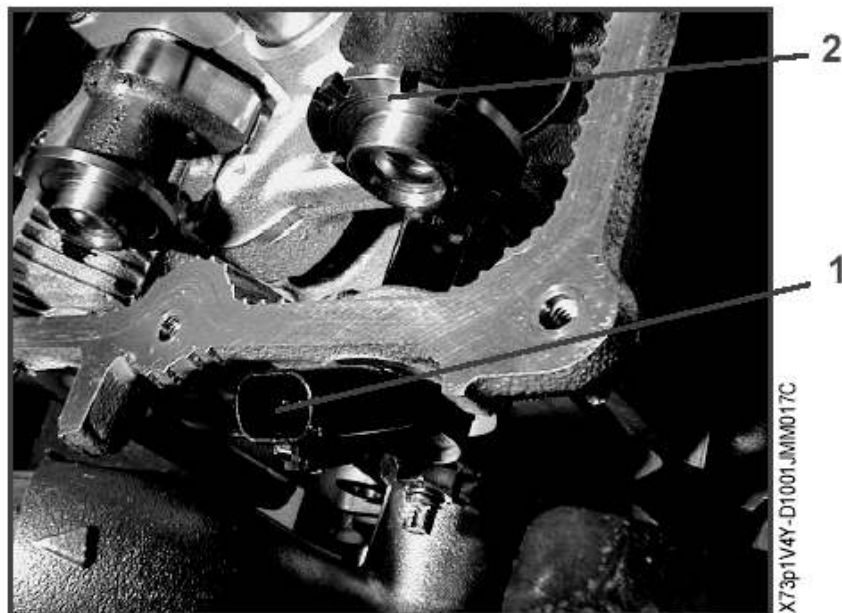
Densitatea aerului admis depinde de temperatura sa. Pentru a compensa acest fenomen, un captor de temperatură este montat pe colectorul de admisie, care trimite informația temperatură aer la calculatorul de injecție.



### ***Senzorul de poziție la arborele cu came(Fig5.9)***

Rolul senzorului la arborele cu came este :

- Reperarea cilindrului pentru sincronizarea injectiei secvențiale.



1 *Captor.*  
2 *Tinta.*

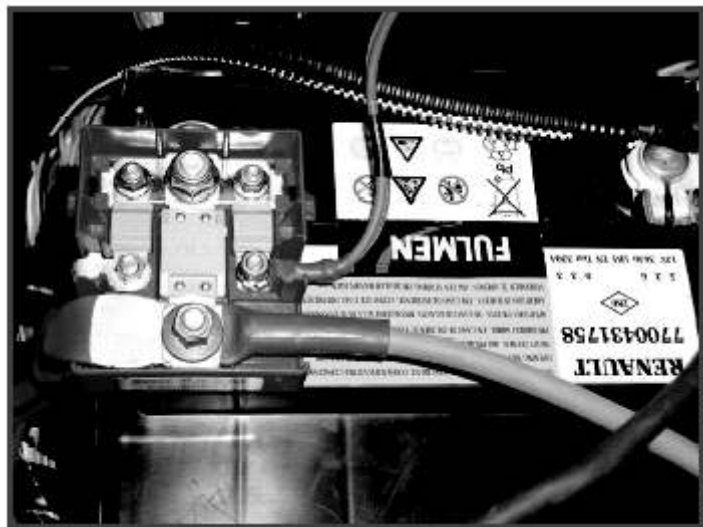
- Controlul poziției arborelui cu came de admisie la motoarele echipate cu sistem de decalare.

Pentru a putea răspunde normelor de poluare, trebuie ca injectia să fie făcută cu puțin timp înainte fazei de admisie. Injectia se face deci cilindru cu cilindru. Atunci când este la PMS, un cilindru este la finele comprimării iar altul la începutul admisiei. Captorul de turație și de poziție permite calculatorului sa știe care cilindrii sunt la PMS (de exemplu 1-4 sau 2-3), iar captorul de poziție al arborelui cu came informează care din cei doi cilindrii aflați la PMS se află la începutul fazei de admisie. Senzorul este situat în capul arborelui cu came și este un senzor de tip Hall.

Există mai multe strategii de funcționare în mod degradat în funcție de tipul de injectie atunci când nu se mai primește informația « poziție arbore cu came »

.Pierderea informației de poziție arbore cu came având motorul în funcționare :Sistemul odată sincronizat continuă să funcționeze până la luarea contactului. Absența informației la pornirea motorului :

### *Tensiunea bateriei(Fig5.10)*



Tensiunea bateriei este folosită de calculatorul de injecție pentru a cunoaște tensiunea în sistemul electric al autovehiculului.

O baterie furnizează o tensiune nominală de 12V. În funcție de condițiile de funcționare, această tensiune poate să varieze între 8 și 16 V și influențează timpul de deschidere mecanic al injectoarelor, deci cantitatea de carburant injectată.

Timpul de deschidere scade pe măsură ce tensiunea bateriei crește. Pentru a evita acest lucru și deci de a păstra timpul mecanic de deschidere constant, timpul de injecție real aplicat la injectoare este corectat în funcție de tensiunea bateriei. Această informație « tensiune » poate de asemenea să aibă scopul de a crește, dacă este nevoie, regimul de relanti pentru a îmbunătăți încărcarea bateriei (mulți consumatori în funcțiune).

#### **Funcția de gestionare a relantiului**

Scopul reglării relantiului este de a obține un regim stabil de funcționare gestionând cantitatea de aer aspirată. Reglarea relantiului nu poate fi făcută decât dacă calculatorul are informația « pedala ridicată ».

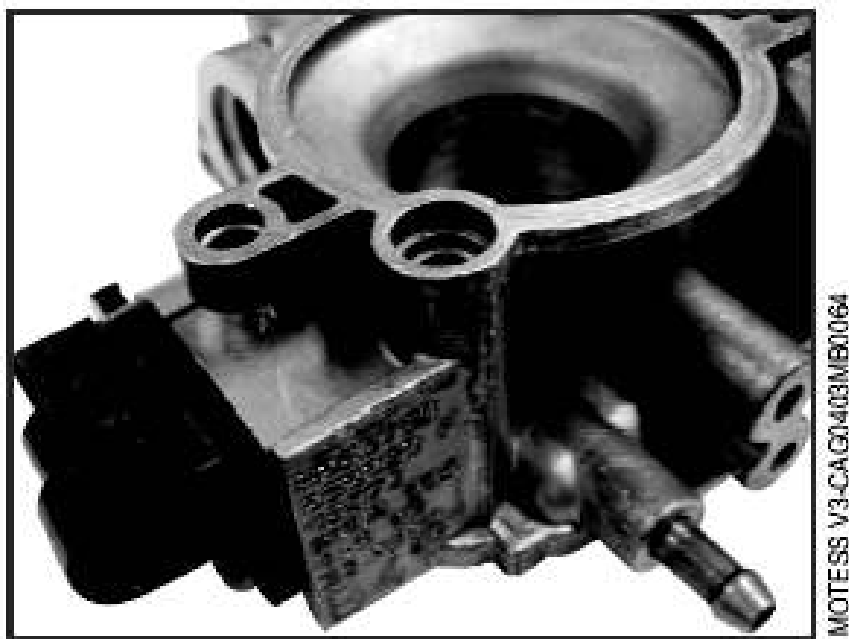
Regimul de consemn relanti este determinat în funcție de:

- Temperatura apei motorului.
- Funcția climatizare și puterea absorbită.
- Presiunea din circuitul hidraulic al direcției asistate.
- Încărcarea bateriei..., etc.

Debitul de aer este controlat prin :

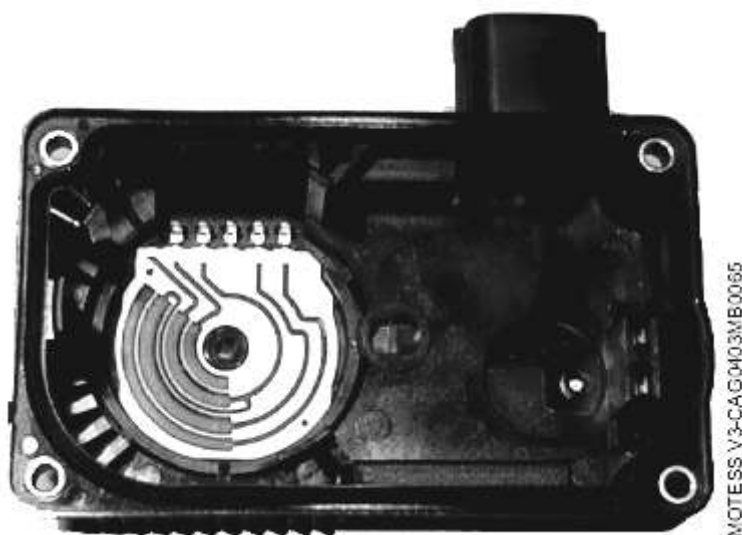
- Poziția clapetei de accelerație.
- O derivație a corpului clapetei.

***Captorul de poziție clapetă(Fig.5.11)***



Permite informarea calculatorului de injecție asupra poziției clapetei de accelerație (informație de sarcină) pentru a declanșa strategiile particulare .

***Captorul de poziție clapetă motorizată(Fig.5.12)***



Este un dublu potențiomtru integrat în clapeta motorizată. El informează calculatorul de injecție asupra poziției clapetei de accelerație.

Clapeta motorizata permite modificarea poziției clapetei de accelerație în funcție de comanda venită de la calculatorul de injecție. Acest tip de sistem gestionează cuplul motor de o manieră optimă.

Clapeta poate fi comandată electric de un :

- Rotor format din doi poli magnetici.
- Motor electric în curent continuu.

### ***Captorul de presiune din sistemul de direcție asistată(Fig 5.13)***



Calculatorul de injecție primește informația de presiune din circuitul hidraulic al sistemului de direcție asistată, pentru a compensa absorbția de energie de către pompa de direcție asistată, prin mărirea turației de relanti.

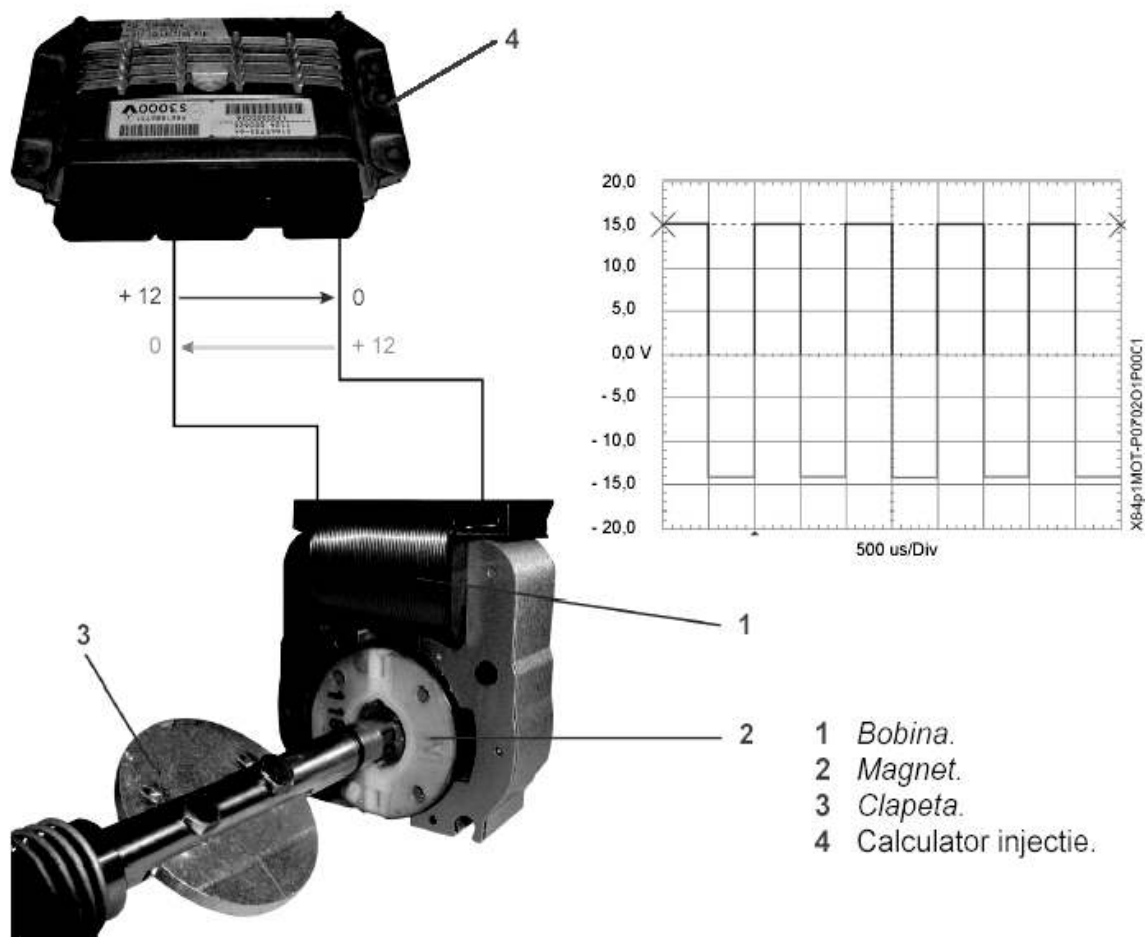
### **Motorul pas cu pas(Fig 5.14)**

Calculatorul comandă motorul, care deplasează un obturator situat într-o canalizație adițională. Calculatorul aplică strategii speciale pentru a cunoaște cu precizie poziția obturatorului.

Clapeta motorizata permite modificarea poziției clapetei de accelerație în funcție de comanda venită de la calculatorul de injecție. Acest tip de sistem gestionează cuplul motor de o manieră optimă.Clapeta poate fi comandată electric de un :

- Rotor format din doi poli magnetici.
- Motor electric în curent continuu.

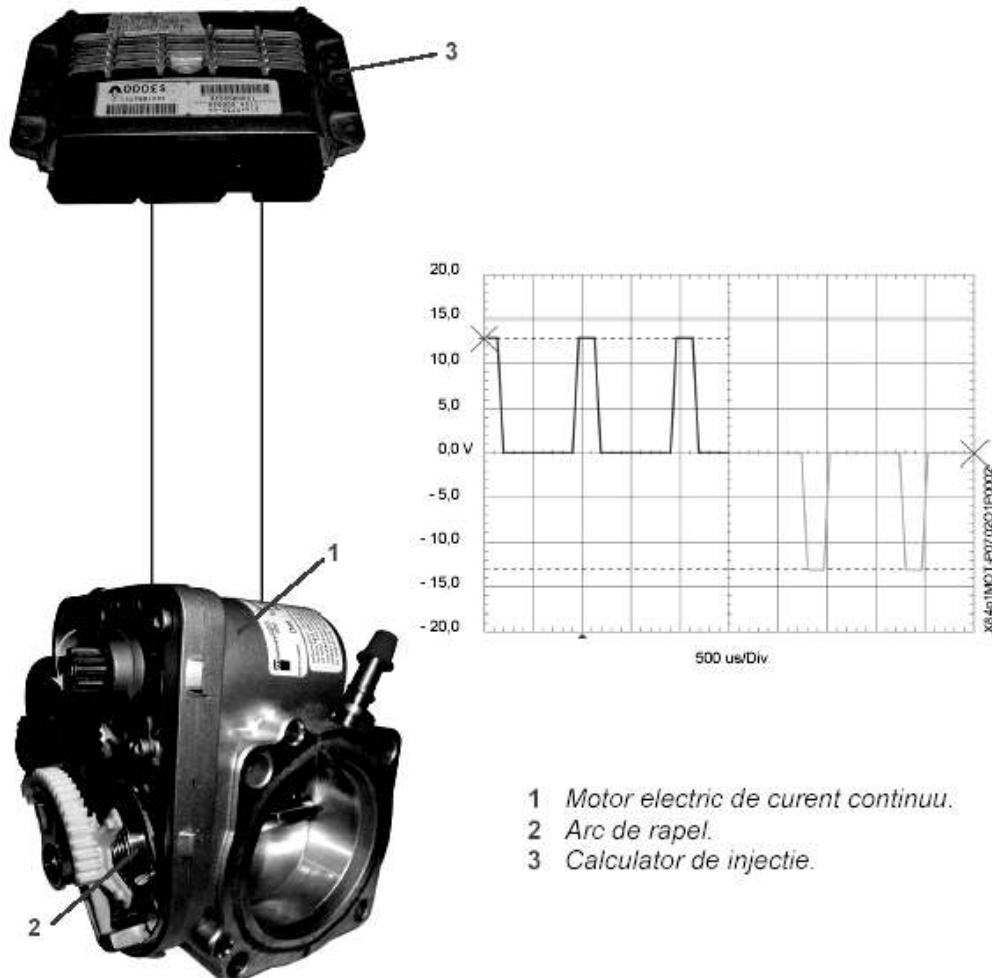
**Rotor format din doi poli magnetic(Fig 5.15)**



Clapeta (3) este acționată de un rotor (2) constituit din doi poli magnetici.

Pentru a menține o poziție de echilibru, calculatorul inversează în permanență polaritatea bobinajului. Pentru a deschide sau a închide clapeta, calculatorul alimentează în semnal RCO combinat cu o inversare de polaritate. Un dublu potențiomtru cu piste încrucișate informează calculatorul de poziția clapetei de accelerație.

**Motor de curent continuu(Fig 5.16)**



- 1 Motor electric de curent continuu.
- 2 Arc de rapel.
- 3 Calculato de injectie.

Calculatorul pilotează un motor de curent continuu pentru a deschide clapeta. Mișcarea motorului este transmisă clapetei printr-un angrenaj. Calculatorul inversează polaritatea pentru a modifica sensul de rotație.

Un potențiomtru cu piste încrucișate informează calculatorul de poziția clapetei de accelerație.

Funcția Cuplu – Putere

### **Captorul de poziție pedală de accelerație. (Fig.5.17)**

Este un potențiomtru dublu. Rolul captorului de poziție pedală de accelerație este de a informa calculatorul asupra cerințelor soferului. El dă informația de poziție pedală de accelerație necesară pentru comanda clapetei motorizate.



### ***Informația de viteză vehicul(Fig.5.18***

Informația este preluată de la un generator de impulsuri plasat pe cablul de kilometraj, sau pe sistemele noi, informația provine de la calculatorul de ABS, care informează celelalte calculatoare de viteză vehiculului.

Această informație are ca principal efect reluarea injectiei după o întrerupere în decelerare. De asemenea permite calculul raportului cutiei de viteze pentru limitarea presiunii de supraalimentare (raport între viteză vehiculului și turatia motorului).



### **5.3. Alimentarea motoarelor prin injecție pe benzină**

#### **1. Evoluția sistemelor de injecție.**

Principalul mijloc de transport și implicit de deplasare este automobilul, unul dintre cele mai moderne lucruri pe care tehnica le da omenirii.

Combustie internă – Transformarea energiei chimice a unui combustibil (benzină, motorină), în energie mecanică (cu unele pierderi). Transformarea are loc în urmă arderii combustibilului în cilindrii motorului. Din punct de vedere al aprinderii amestecului carburant deosebim două tipuri de motoare:

- MAS (motoare cu aprindere prin scânteie).
- MAC (motoare cu aprindere prin compresie).

Motoarele MAS - După admisia și comprimarea amestecului carburant în cilindrii motorului, la PMI (punctul mort inferior) al pistonului, are loc aprinderea. Această se realizează prin producerea unei scântei între electrozii bujiei, care aprinde amestecul carburant. Arderea are loc într-un interval de timp foarte scurt, în care presiunea și temperatura gazelor din cilindru cresc brusc până la presiunea de 30-40 daN / cm<sup>3</sup> și temperatura de 1.800 – 2.000 oC.

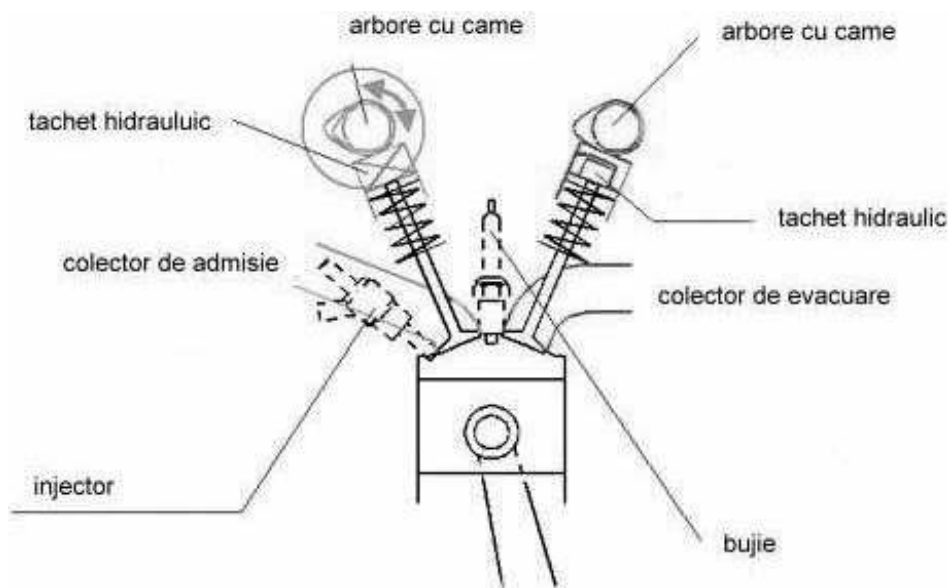
Datorită presiunii gazelor din cilindru, care acționează asupra pistonului, acesta se deplasează spre PME (punctul mort exterior), și rotește prin intermediul bielei și manivelei, arborele cotit. Această cursa a pistonului, se mai numește și cursa activă sau cursa motoare. PMI – (punctul mort inferior) este poziția extremă a pistonului corespunzătoare distanței maxime față de axa arborelui cotit. PME – (punctul mort exterior) este poziția extremă a pistonului corespunzătoare distanței minime față de axa arborelui cotit.

Motoarele MAC - La sfârșitul compresiei, combustibilul este introdus sub presiune în cilindru, fiind pulverizat foarte fin cu ajutorul injectorului, montat în chiulasă. Datorită contactului cu aerul fierbinte din interiorul cilindrului, particulele pulverizate se aprind și ard, iar presiunea din cilindru crește brusc. Gazele rezultate în urmă arderii apasă asupra pistonului, făcând posibilă deplasarea acestuia spre PME, efectuând cursa activă. Pe toată durata acestei curse, supapele rămân închise. Prin urmare sfârșitul compresiei și aprinderea dată de o bujie sau autoaprinderea urmate de destindere gazelor aflate în cilindru, este un moment important în funcționare motorului. Timpul trei al unui motor în 4 timpi este numit și detentă și este important prin faptul că se produce lucru mecanic, adică efectiv energia chimică a combustibilului este transformată în energie mecanică. Valorificarea în întregime a energiei combustibilului depinde de o serie de factori dintre care amintim : - formă colectoarelor de admisie, prin mișcarea pe care o impune fluidului în cilindru și prin rezistențele gazo dinamice.

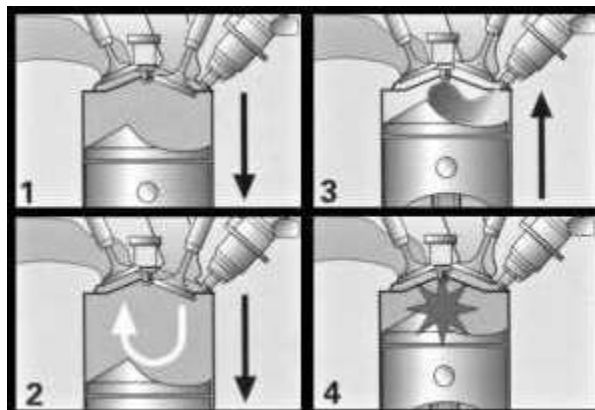




- avansul supapelor de admisie și evacuare la deschidere și închidere



- forma capului pistonului și forma camerei de ardere



- materialele din care sunt fabricați pereții camerei de ardere (capul pistonului, cilindrul și chiuloasă)

Însă, dintre toate aceste mecanisme, un rol important îl joacă sistemul de alimentare, ce reglează dozajul în funcție de turație, implicit amestecul aer- combustibil. Odată cu modernizarea motorului cu ardere internă s-a impus necesitatea reglării amestecului aer-benzină și a momentului aprinderii în vederea obținerii de performanțe din ce în ce mai bune. Încă de la modelul FORD A, Henry Ford a montat lângă volan un sistem de reglare care dădea posibilitatea pilotului să regleze cantitatea de benzină și avansul.

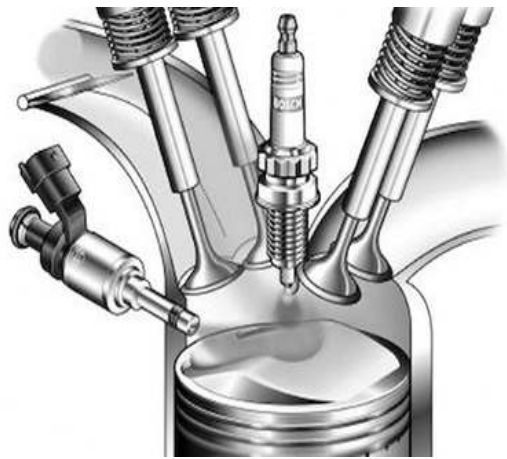
La motoarele moderne, producătorii lasă să fie făcute toate aceste reglaje de către un sistem computerizat de management al motorului denumit generic "calculatorul autoturismului". Indiferent dacă este vorba de injecție centrală în carburator, injecție multipunct de benzină sau de injecție de motorină, toate acestea se reglează astăzi cu ajutorul celei mai moderne tehnologii.

La motoarele actuale, cu toate progresele realizate, o proporție relativ modestă din energia eliberată de combustibil în cilindrul motorului se livrează sub formă de energie mecanică utilă pentru propulsie sau tracțiune. În același timp însă, motorul cu ardere internă actual transformă în energie mecanică mai mult de 90-95% din căldură ce se poate transforma de către motor în structura sa existentă în prezent. Pierderile de căldură din căldura netransformabilă încă în energie mecanică nu se pot imputa motorului propriu

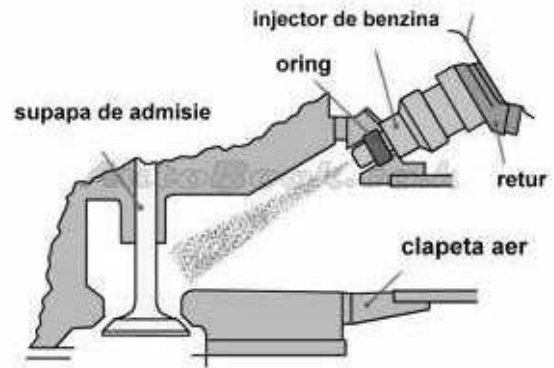
zis, ci modului în care se transformă căldura în energie mecanică, respectiv concepției ansamblului instalației energetice pentru propulsie. Începutul acestor cercetări are la baza carburatorul elementar. Acesta are principiul de funcționare strict mecanic.

Injecția de benzină, cunoscută și sub numele de carburație mecanică, își are începuturile între anii 1898-1901, când firma Deutz folosește prima dată instalații pentru injectarea benzinei la motoarele de serie stabile. Sistemul este apoi adoptat de constructorii de avioane Antoinette și Wright, iar apoi la motoarele Junkers. În 1937 s-a construit prima motocicletă cu injecție de benzină și injectoare electromagnetice, în timp ce uzinele Daimler-Benz și Auto-Union echipează câteva automobile cu injecție de benzină.

Indiferent de variațiile constructive ale instalațiilor de injecție, ele realizează pulverizarea combustibilului direct în cilindrii motorului sau pe traiectul admisiei. Se disting astfel procedee de injecție directă (fig. 5.19a) și indirectă (fig. 5.19b) - în canalul de admisie.



a



b

Unul dintre primul sisteme de injecție care a dat rezultate a fost *K-Jetronic*(fig.5.20).

**K-Jetronic**

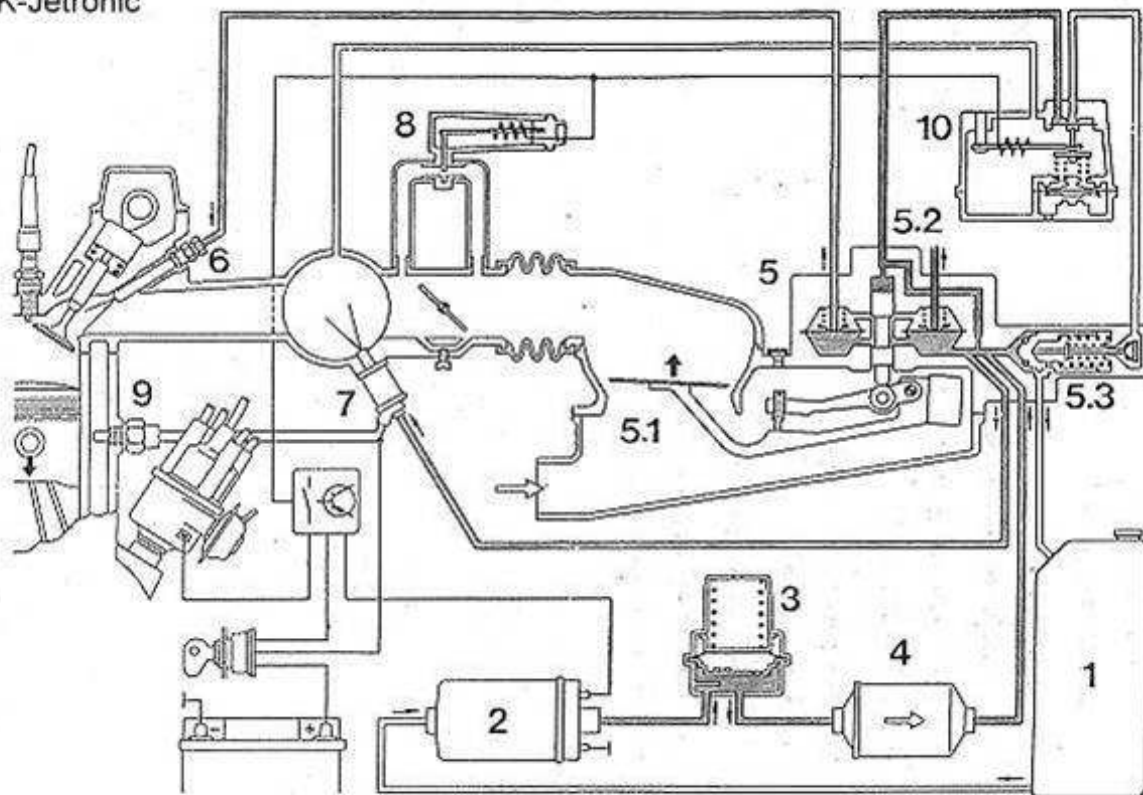


Fig.5.20;1- rezervor; 2 – pompă electrică; 3 – acumulator de combustibil; 5 – regulator de amestec; 6 – injector; 7 – injector de pornire; 8 – comanda aerului aditional; 9 – termocontact temporizat ; 10 – regulator de amestec

Instalația funcționează astfel : pompa electrică aspiră combustibilul din rezervor și îl trimite către acumulatorul 4, iar apoi în filtru de unde se merge în unitatea de cântărire , care este o parte componentă a regulatorului de amestec sub presiune. Presiunea combustibilului este păstrată constantă în partea de reglare a presiunii din dispozitivul de distribuție, care trimite combustibilul către injectoare. O componentă importantă a circuitului este debitmetru de aer, care funcționează conform principiului corpurilor flotante : platoul circular se ridică într-un flux de aer de formă conică până când forța de apăsare a aerului, care se exercită pe fața platoului , echilibrează greutatea acestuia. Informația se duce de aici sistem de pârghii mecanice care dirijează combustibilul la injectoare în funcție de aerul înregistrat. În această poziție de echilibru, care este funcție de cantitatea de aer aspirat, pistonul de comandă plasează într-o poziție determinantă regulatorul de carburant 17.

În același timp un rol important îl joacă și termocontactul temporizat.

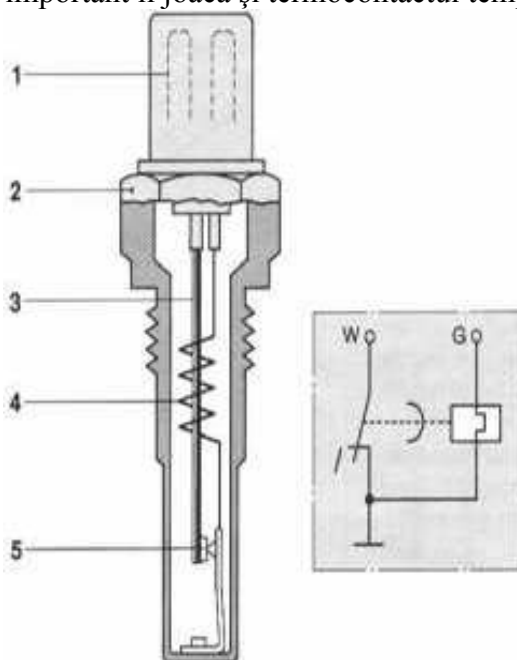


Fig.5.21. Termocontact temporizat

1-conexiune electrică; 2-hexagon de strângere; 3-element bimetallic; 4-inf. de încălzire;  
5-contact

Datorită relației liniare dintre debitmetru și distribuitorul de carburant și datorită pârghiei de acționare asupra pistonului de comandă, care reunește cele două părți într-o singură unitate, se obține o adaptare precisă și stabilă pentru un coeficient de aer  $\lambda = 1$ .

Termocontactul reprezintă de fapt un circuit electromagnetic, care controlează durata injectiei în timpul regimurilor de pornire a motorului sau întrerupe funcționarea când temp. e crescută.

Tehnică a avansat și nevoia unui sistem mai complex cu informații mai precise a impus combinarea sistemelor mecanice de injecție cu cele electrice. O încercare care pentru o perioada a fost chiar o soluție la ceea ce se dorea a fi KE-Jetronic(fig ). Construită pe baza schemei K-

Jetronic, folosind aceeași structură de reglare, are înlocuite regulatoarele mecanice de presiune cu altele comandate electric în baza datelor funcționale preluate de la senzori, în vederea optimizării amestecului.

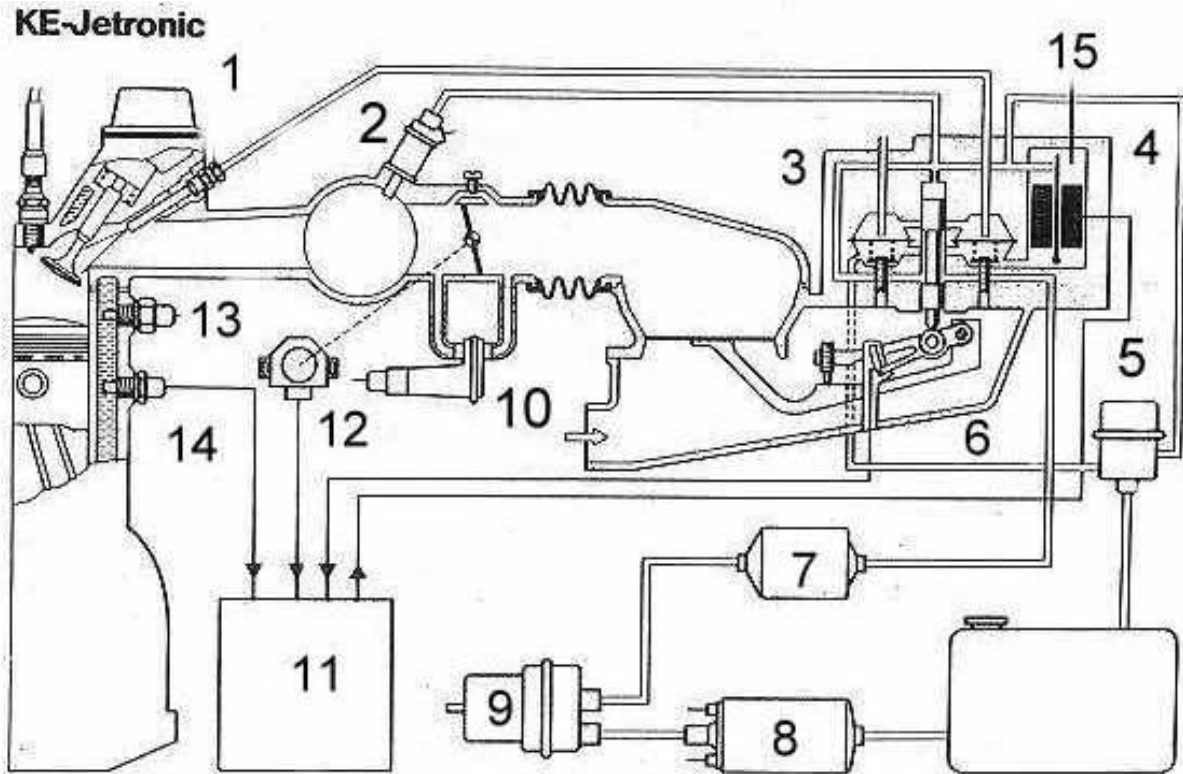
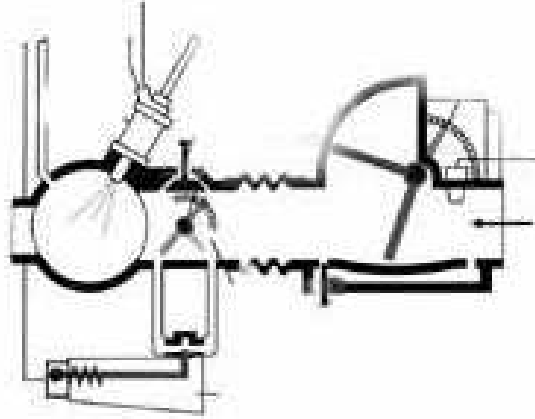


Fig. 5.22; 1- injector; 2- injector de pornire; 3- regulator de amestec; 4- regulator de presiune; 5- regulator; 6- debitmetru; 7- filtru; 8- pompă electrică; 9- acumulator de combustibil; 10- regulator de aer; 11- bloc electronic; 12- senzor al poziției obturatorului; 13- termocontact temporizat; 14- senzor de temp.; 15- pompă de presiune a combustibilului

Această instalație este concepută în baza schemei K-Jetronic folosind aceeași structură de reglare, înlocuind regulatoarele mecanice de presiune cu altele comandate electronic în baza datelor funcționale preluate de la senzori, în vederea îmbunătățirii amestecului. Semnalele sunt preluate de la diverși senzori cum ar fi : potențiometrul pt. stabilirea poz. platoului debitmetrului, termocontacte, sondă lambda, sunt prelucrate de un modul electric pentru pregătirea amestecului și vor fi influențate de următoarele funcții : îmbogățirea amestecului la pornire, la accelerații, la suprasarcinii, domeniul de turații, reglarea factorului de aer, și corecția cu altitudinea. Sistemul L-Jetronic aduce îmbunătățiri la KE-Jetronic, folosind din ce în ce mai mult electronică. Ceea ce aduce nou acest sistem este înregistrarea unor parametri prin intermediul unității electronice. În rest sistemul se păstrează având aceeași structură ca și la KE-Jetronic.



L - Jetronic

Fig 5.23. Debitmetru de aer

1-injector de pornire; 2- clapeta de accelerație; 3 - volum de compensare; 4 – controlerul aerului adițional

MONO-Jetronic(fig.) constituie un sistem de injecție, care utilizeaza un singur injector electromagnetic, situat într-o poziție centrală în colectorul de admisie, înaintea clapetei de accelerație, cu pulverizare intermitentă și reglaj prin poziția clapetei de accelerație. Sistemul de alimentare cu combustibil constă în rezervor, pompă electrică, filtru, regulator de presiune, injector. Diferența dintre presiunea combustibilului și presiunea în colectorul de admisie este ținută constantă pe injectorul de joasă presiune la o valoare de 0,1 MPa de către un sistem de reglare hidraulic.

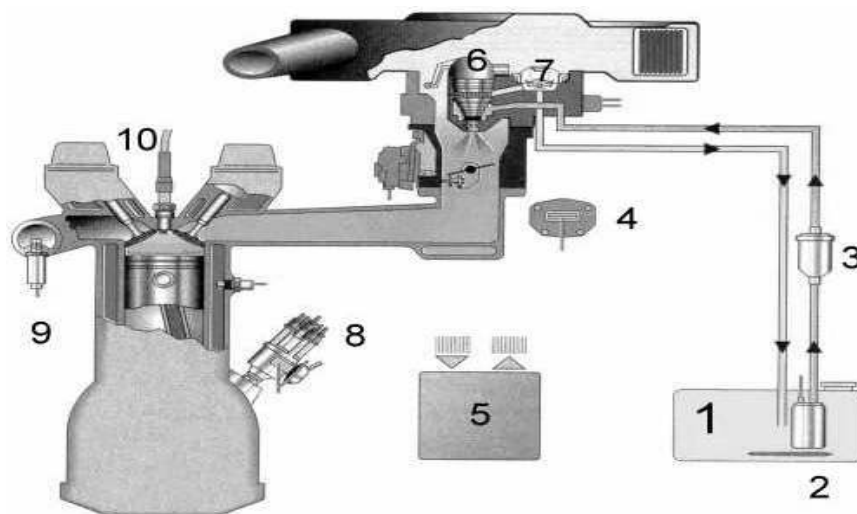


Fig. 5.24;1- rezervor de combustibil; 2- pompă de benzină; 3- filtru; 4- potentometru clapetei; 5- unitate de comandă; 6- injector; 7- regulator de presiune; 8- distribuitorul de aprindere 9- sonda lamda; 10- bujie

Motronic(fig. 5.25) un sistem relativ nou care încearcă să optimizeze pe cât posibil amestecul din camera de ardere. În acest caz dispăre delcoul, un element mecanic, însă se introduce o aprindere electronică de o înalta calitate.

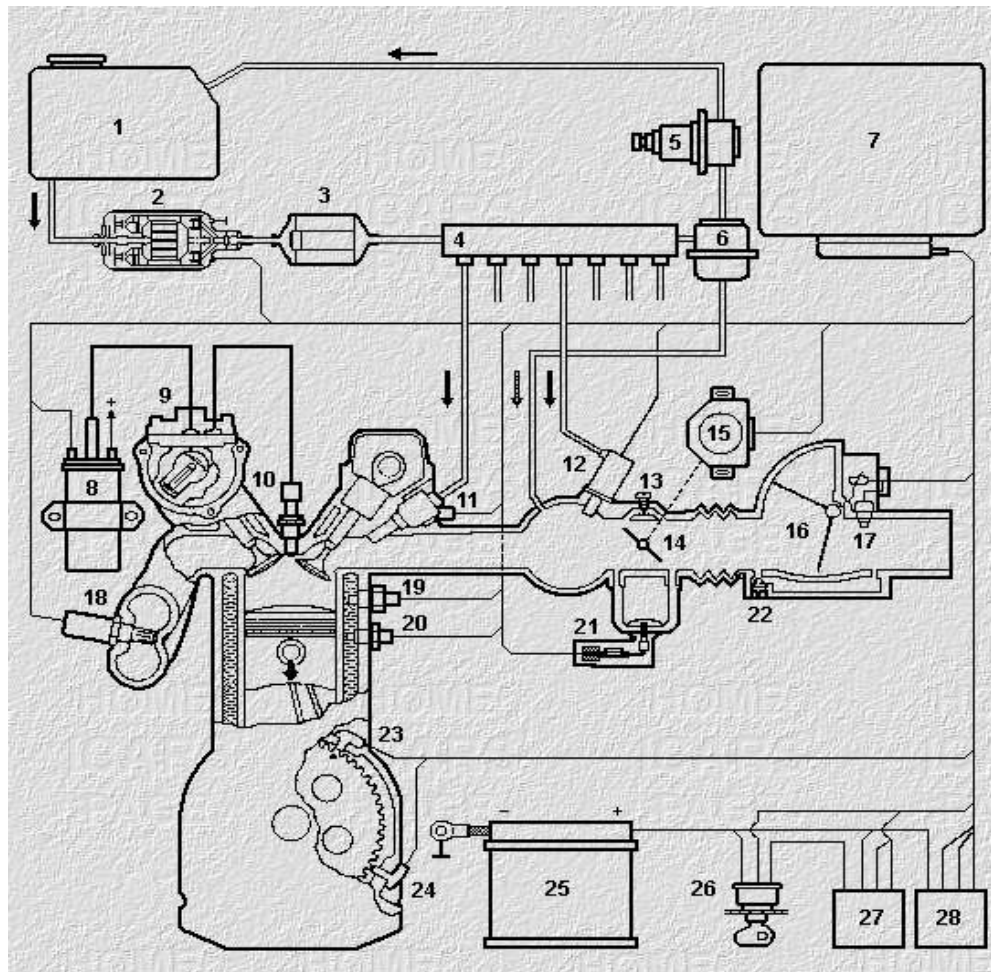


Fig.5.25;1- rezervor; 2- pompă de benzină; 3- filtru de benzină; 4- rampă comună; 5- supapă de retur; 6- dispozitiv cu supapă unisons; 7- unitate eletronica centrală (ECU); 8- bobină de inducție; 9- circuit electric de aprindere; 10- bujie; 11- injector; 12- injector de pornire;13- disp de reglare a aerului; 14- clapetta de accelerație; 15- traductor ce măsoară poz clapetei de acc.; 16- debitmetru; 17- senzor ce corelează inf preluată de debitmetru cu cea de intrare; 18- sondă lamda; 19- senzor; 20- senzor de temp.; 21- regulator de aer; 22- disp de reglare a aerului; 23- senzor de presiune; 24- senzor inf. calc de poz. PMI;25- acumulator; 26- contact de pornire; 27- releu de pornire; 28- releu de pornire

Această instalație s-a dovedit economică și foarte ecologică în același timp. Unitatea electronică de comandă “calculatorul” prelucrează digital semnalele de intrare și calculează durata

de injecție și sfârșitul injectării combustibilului. Ea cuprinde un microprocesor specializat, un program implementat într-o memorie de date, un convertor analog/digital, un multiplexor de intrare, amplificatoare de intrare și ieșire. Unitatea determină o durată de injecție de bază pornind de la unghiul de deschidere al clapetei de accelerație și de la turație. Ea cuprinde o memorie de bază de date cu 15 unghiuri ale clapetei și 15 puncte de turație. Aceste 225 de puncte de referință memorate pentru  $\lambda = 1,0$ , vor corespunde tot atâtor durate de injecție de bază. Microprocesorul are implementat un algoritm adaptiv, care va înregistra o abatere sigură de la valori din baza de date, astfel, toleranțele individuale ale instalației de injecție sau ale motorului vor fi compensate.

Sistemul a fost într-o continuă perfecționare, așadar din 2002, motoarele de la Volkswagen erau echipate cu un nou sistem de injecție mult mai performant, atât din punct de vedere economic cât și ecologic. Noul sistem era numit FSI și că particularități folosește tot mai mult electronică, unitatea de comandă jucând un rol esențial în funcționarea optimă a motorului. În loc de 225 de puncte de referință FSI-ul folosește 400 de puncte, iar  $\lambda = 1$  este înlocuit cu un  $\lambda$  între 1 și 1,1 care compensează pierderile de energie prin frecare în mecanismele existente în motor.

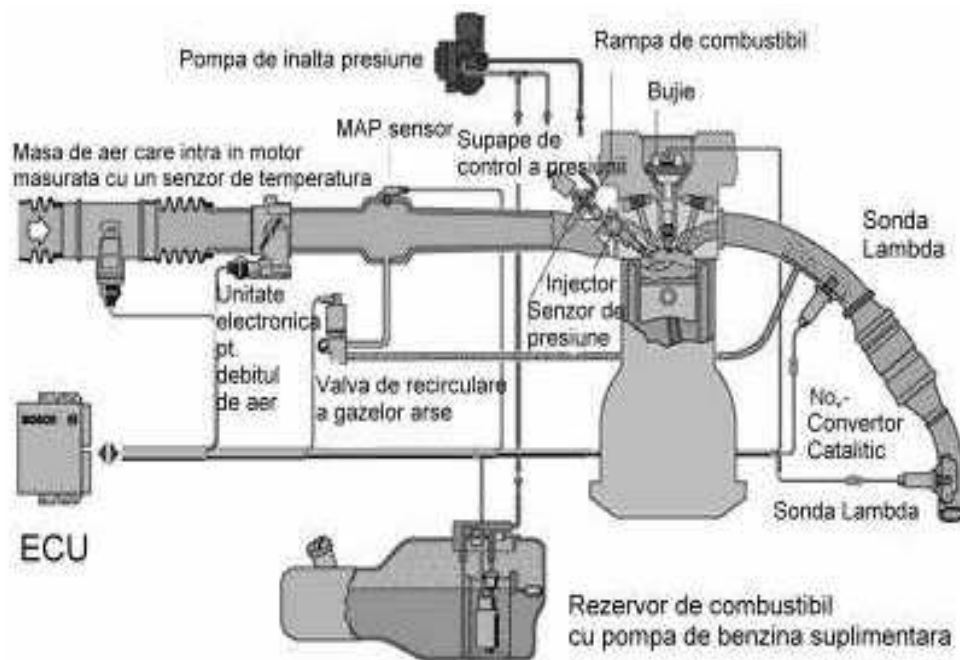
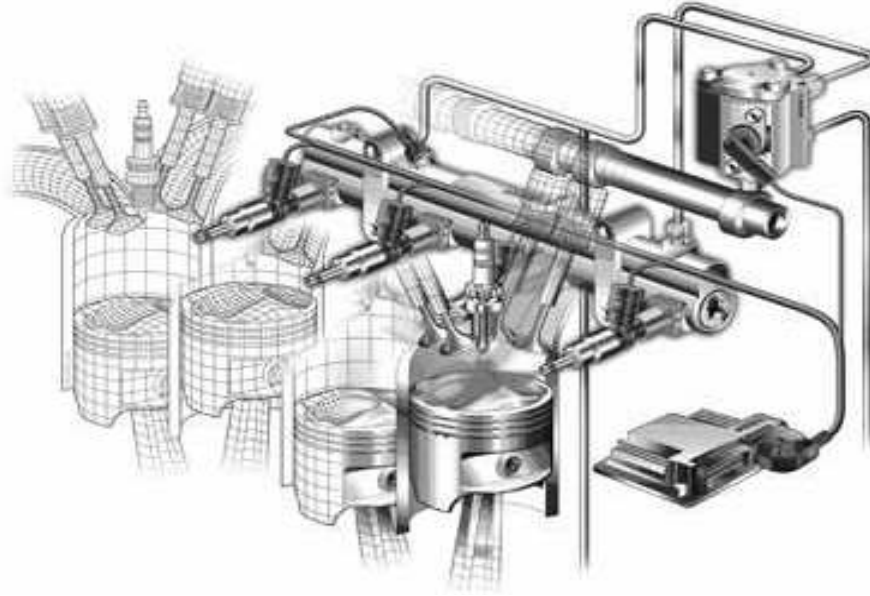


Fig.5.26.Sistemul FSI





Constructorii de motoare nu au rămas indiferenți la apariția acestui nou sistem. Răspunsul la această provocare vine numai peste câteva luni , din partea firmei Peugeot care echipează modelele 207, inițial și apoi ulterior 307 cu motoare HPI. Este urmat îndeaproape de Citroen care echipează modelele Picasso cu noul motor.

Marile firme orientează sistemele de injecție către un common rail, unde presiunea de injecție crește semnificativ. Un nou sistem de injecție aflat în teste și probabil cât de curând și folosit este injecția directă de benzină cu controlul electronic al curgerii-așa zisă metodă orbitală.

Noile sisteme de injecție de benzină sunt mai economice și mai ecologice. Ținând cont de faptul că în aproximativ 70 de ani resursele energetice ale planetei se vor epuiza, se caută soluții pentru înlocuirea actualelor propulsoare pentru autovehicule. Datorită unei politici, agresive, de cercetare-dezvoltare dusă de marile companii producătoare de motoare rezultatele au început să apară. Astfel o soluție pentru mâine poate fi autoturismul hibrid unde sistemul de injecție este înlocuit cu un circuit electric.

Înafara captorilor pentru măsurarea diversilor parametri ai injectiei, elemental esențial este injectorul electromagnet. Injectorul electromagnet se compune dintr-un corp injector, un ac și un miez magnetic. Comandă electrică provenită de la calculator creează un câmp magnetic în înfășurare. Injectorul are un +DPC iar calculatorul trimite mase secvențiale. Miezul magnetic atrage acul injectorului care se ridică de pe scaunul sau, iar carburantul sub presiune poate trece. Atunci când comandă încetează, arcu readuce acul pe scaunul sau iar circuitul se închide. Timpul de deschidere al injectorului depinde de timpul de punere la masă dat de calculator.

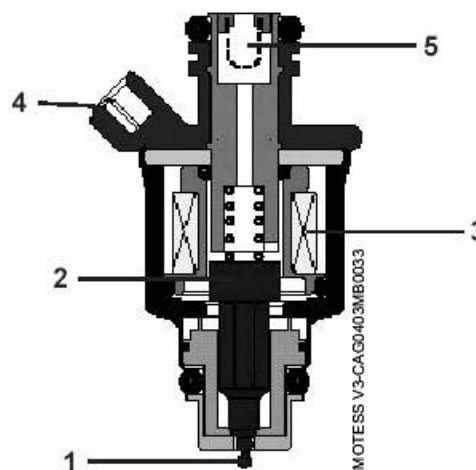
Există mai multe tipuri de injectoare. Pot varia rezistențele lor, debitul, numărul de orificii, formă jetului în funcție de aplicația pentru care au fost construite.

În funcție de tipul de injecție comandă poate fi:

- Simultană (toate injectoarele sunt comandate în același timp)
- Semi - secvențială (două câte două),
- Secvențială ( unul câte unul)

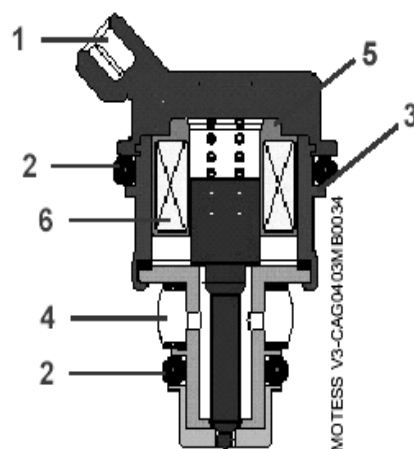
**Injector clasic. (ex. Siemens DEKA sau BOSCH)(5.27)**

- 1 *Acul injectorului.*
- 2 *Miez magnetic.*
- 3 *Bobina.*
- 4 *Conexiune electrica.*
- 5 *Filtru.*



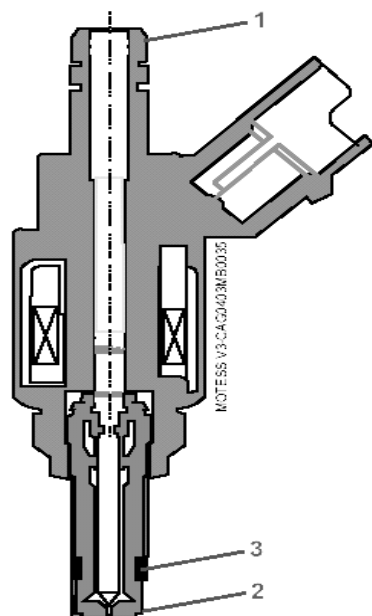
**Injector înecat. (ex. Siemens DEKA II)(5.28)**

- 1 *Conector.*
- 2 *Inele de etansare.*
- 3 *Guler de mentinere a inelului superior.*
- 4 *Sita.*
- 5 *Corp metalic.*
- 6 *Bobina.*



Avantajul injectorului înecat este că elimina riscul de vapor-lock, deoarece capul injectorului este tot timpul alimentat cu combustibil proaspăt (reduce riscul pornirii greoaie la cald).

### Injector de inalta presiune(5.29)



1. Fixarea pe rampa (intrare)
2. Fixarea pe chiulasa (iesire)
3. Garnitura de teflon

În cazul unei injecții multipunct indirecte, fiecare cilindru dispune de un injector care este dispus în colectorul de admisie, și care pulverizează benzină în amonteale supapei de admisie. Pentru injecția directă, fiecare injector pulverizează direct în camera de ardere.

#### 5.4. Gestionarea injectiei pe motorină

Scopul gestionării controlului motorului este de a permite introducerea unei cantități precise de carburant în camera de ardere pentru a răspunde la toate cererile șoferului, respectând diferitele norme de depoluare.

Reglementările europene cu privire la nivelul de poluare emis de către automobile sunt stricte. În același timp, constructorii de automobile propun vehicule care au motoare de cuplu și putere maxime pentru a obține cel mai scăzut consum posibil și cea mai ușoară conducere. Și această datorită gestionării electronice care poate răspunde tuturor acestor exigențe.

Totodată, e bine de subliniat că puterea, cuplul, consumul, depoluarea și fiabilitatea sunt obiectivele fundamentale cerute unui motor. Acestea sunt condiționate de:

- starea mecanică a motorului (distribuție, compresie, nivel de uzură...),
- conformitatea sistemului de eșapament,
- conformitatea sistemului de alimentare aer/carburant,
- calitatea carburantului,
- ungerea.

Aceste puncte diferite influențează direct calitatea de energie furnizată de motor. De asemenea, în caz de nefuncționare, nu trebuie incriminat sistematic sistemul de injecție electronic fără să fi verificat ansamblul acestor elemente.

**Pentru a evalua sistemul de injecție pe motorină trebuie să remarcăm diferențele între motoarele pe benzină și cele pe motorină.**

**Comburantul** pentru motorul pe motorină este oxigenul conținut în aerul ambiant, acesta fiind compus din 79 % azot (N<sub>2</sub>), 20 % oxigen (O<sub>2</sub>) și 1 % gaze rare.

**Carburantul** sau motorina este un amestec de diferite hidrocarburi obținute prin distilarea petrolului brut, iar unele dintre proprietăți influențează funcționarea motorului.

-Indicele de cetan

Inflamabilitatea caracterizează aptitudinea carburantului diesel de a se autoaprinde. Ea se exprimă prin indicele de cetan. Cu cât indicele este mai ridicat, cu atât motorina se inflamează mai ușor. **Cetanul**, care este un gaz foarte inflamabil, are indicele de cetan 100 iar **metilnaftalina**, puțin inflamabilă, are indicele 0.

-Temperaturi scăzute și filtrabilitate

Anumite hidrocarburi parafinice riscă să se cristalizeze parțial la temperaturi scăzute provocând colmatarea filtrului și deci o întrerupere de alimentare. Cristalizarea începe la o temperatură mai mică de 0 °C.

-Conținutul în sulf

Conținutul în sulf al motorinei este în funcție de calitatea petrolului brut și a aditivilor.

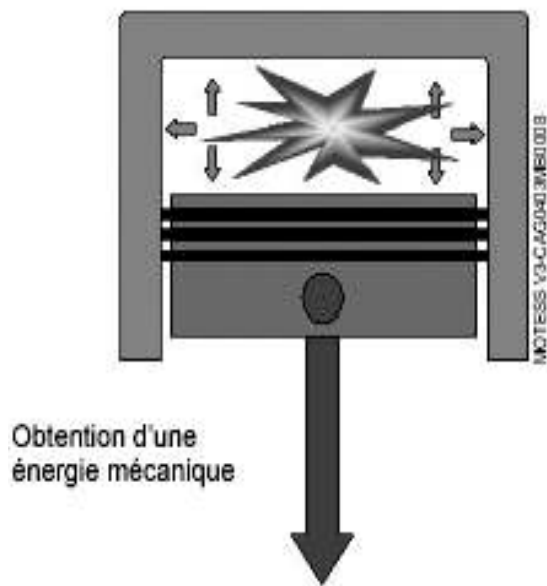
În timpul arderii în motor, sulful se transformă în anhidridă sulfuroasă (SO<sub>2</sub>). Nocivitatea acestui gaz necesită diminuarea conținutului de sulf din motorină. Un conținut scăzut în sulf diminuează și emisiile de particule.

- Diester

Prin Diester se înțeleg toate uleiurile de origine vegetală (soja, tournesol...) și animală care au fost amestecate cu metanol. Diesterii sunt utilizați fie în stare pură fie ca aditivi (< 5 %). Aceștia ameliorează capacitatea de ungere a motorinei. Cu toate acestea, motoarele diesel moderne trebuie să utilizeze un carburant care să nu conțină un procent prea ridicat de diester.

**Principiul arderii la motorul diesel.** Caracteristici

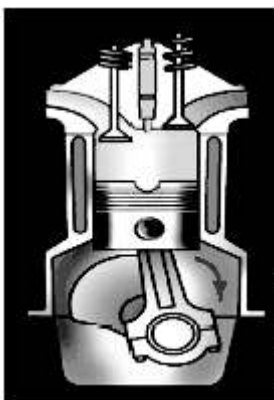
Arderea amestecului aer-carburant este însoțită de o puternică creștere de temperatură și de o creștere de PRESIUNE în camera de ardere. Acest fenomen permite recuperarea unei forțe pe capul pistonului și să asigure prin intermediul atelajului mobil crearea CUPLULUI MOTOR.



### Diferențe benzină/diesel

Ciclul de funcționare al motorului diesel este asemănător cu cel al motorului cu benzină. Cu toate acestea, există diferențe în ceea ce privește principiul de funcționare al motorului diesel.

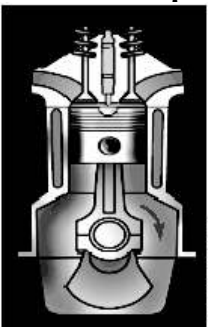
#### Faza de admisie



	Diesel	Benzina
Admisie	Aer	Amestec aer+benzină
Presiune de admisie	De la 0,95 bari până la presiunea de supraalimentare	De la 0,35 bari până la presiunea de supraalimentare

Motorul diesel nu este prevăzut cu clapetă obturatoare. Astfel că, la fiecare admisie, masă de aer admisă este mereu la fel. Contrar motorului cu benzină nu se controlează rata de umplere cu aer a cilindrilor.

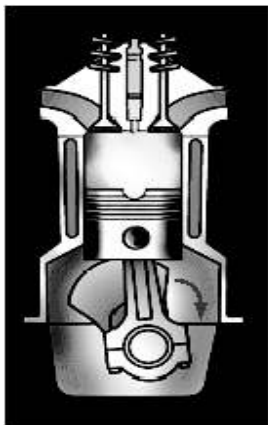
#### Faza de compresie



	Diesel	Benzina
Raport volumetric	18/1 (injecție indirectă) 22/1 (injecție directă)	De la 8/1 la 10/1
Presiunea la sfârșit de compresie	De la 35 la 55 bari	De la 8 la 12 bari

Raportul volumetric al unui motor diesel este mai important decât al unui motor cu benzină. Un raport de compresie ridicat este necesar pentru obținerea unei temperaturi ridicate a aerului și astfel determină autoaprinderea motorinei. Pentru a permite această autoaprindere, aerul trebuie să atingă o temperatură minimă de 400 °C.

### Faza de ardere

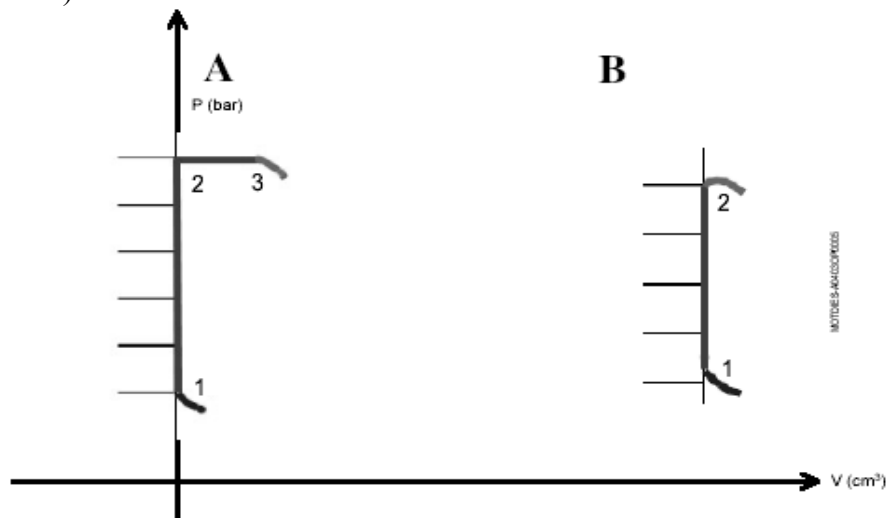


	Diesel	Benzina
Aprindere	Injecție motorină	Aport de energie exterioară
Presiunea la sfârșit de ardere	De la 50 la 90 bari	De la 35 la 50 bari
Temperatura la sfârșit de ardere	De la 1800 la 2000°C	De la 2000 la 2500°C
Energia degajată	Funcție de cantitatea de carburant introdus în timpul injecției	Funcție de masă de aer admis în cilindru

Un motor diesel nu este prevăzut cu sistem de aprindere comandată. Declanșarea arderii este provocată de contactul dintre motorina pulverizată și aerul supraîncălzit.

Se spune că arderea este detonantă, când tot carburantul se aprinde în același timp și nu de o manieră progresivă ca la motorul cu benzină.

Viteza de ardere este mai rapidă decât la motorul cu benzină, presiunea în cilindri este mai ridicată. Aceste lucruri justifică utilizarea subansamblelor motorului supradimensionate (pistoane, biele, arbore cotit...).



A : Motor diesel

1 la 2 Arderea se efectuează în camera de ardere (volum constant), presiunea crește pe partea superioară a pistonului

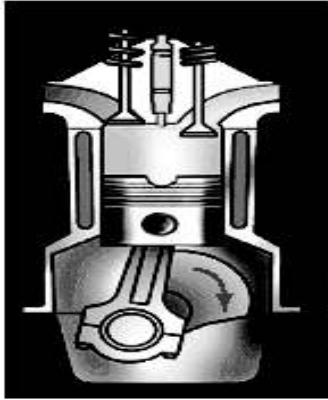
2 la 3 La motorul diesel, pistonul coboară, volumul crește dar injecția continuă și presiunea este menținută pe piston (ardere la presiune constantă).

3 Sfârșit de injecție, detenta se amorsează.

B : Motor cu benzină

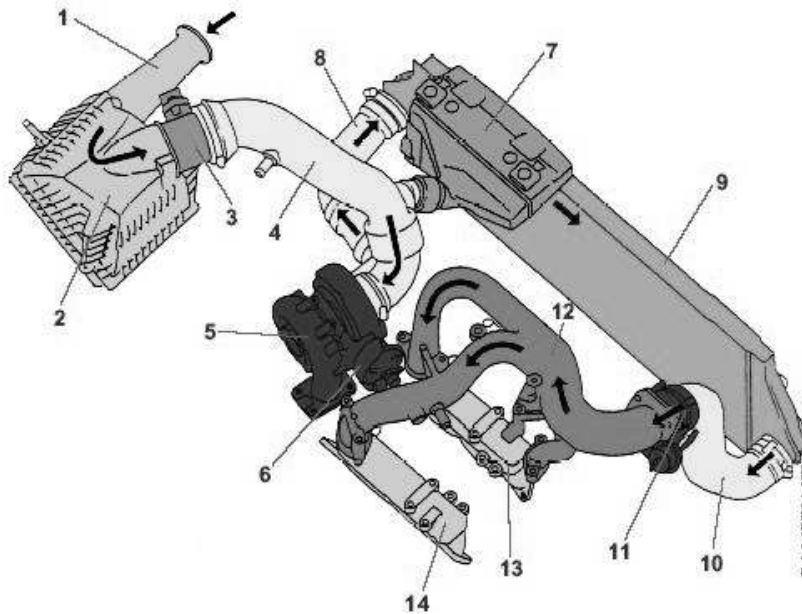
1 Gazele sunt comprimate în camera de ardere, scânteia bujiei inflamează amestecul.  
Sfârșit de ardere pentru motorul cu benzină, pistonul coboară, presiunea începe să scadă, detenta se amorsează

**Faza de evacuare**



	Diesel	Benzină
Poluanți	NOx, CO, CO2, HC, particule	CO, CO2, HC, NOx
Temperatura gazelor de evacuare	De la 450 la 750°C	De la 600 la 900°C

### Principiul circuitului de aer(5.30)



1 Conducta de intrare aer.

2 Cutie filtru aer.

3 Debitmetru aer.

4 Conductă de admisie aer.

5 Turbocompresor.

6 Element de reglare a presiunii de supraalimentare

7 Rezonator de aer.

8 Conductă de admisie intrare schimbător.

9 Schimbător aer/aer.

10 Conductă de admisie iesire schimbător.

11 Clapeta oprire.

12 Repartitor de admisie.

13 Colector de admisie față.

14 Colector de admisie spate.

Rolul circuitului de aer este de a filtra și de a conduce aerul până la cilindri.

- În prezent motoarele diesel sunt prevăzute tot mai frecvent cu supraalimentare pe circuitul de aer.

- Supraalimentarea îmbunătățește randamentul motorului și joacă un rol pozitiv în depoluare.

### **Elementele componente ale circuitului de aer**

-Schimbătorul de temperatura a aerului admis

Acest element se utilizează pe motoarele cu turbocompresor la care creșterea presiunii conduce la o creștere a temperaturii aerului admis, aceasta influențând în mod negativ randamentul termic. Rolul schimbătorului de temperatura a aerului din admisie este de a coborî temperatura aerului admis în motor.

Temperatura astfel scăzută determină creșterea masei de aer admis în motor.



-Clapeta de oprire

Fig.5.31

Acest element este o clapetă care permite obturarea totală a conductei de admisie

Este comandat de calculator la oprirea motorului pentru a-l opri ferm. Aceasta permite evitarea vibrațiilor datorate mișcărilor reziduale ale motorului.

Comandă voletului este pneumatică printr-o electrovana comandată de calculator.

-Volet de turbulentă

Acesta dă aerului o mișcare turbionară care favorizează arderea în cazul motorului Diesel, scăzând astfel emisiile poluante. Este montat pe conductele de admisie.

Motoarele echipate cu volet de turbulențe au două tipuri de conducte de admisie care duc fiecare la o supapă de admisie :

- conducte elicoidale care permit crearea mișcării turbionare,
- conducte rectilinii.

Voletul de turbulentă obturează conductele rectilinii pentru a orienta aerul spre traversarea conductelor elicoidale în momentul în care primește comandă de la calculatorul de injecție.

Comanda voletului este pneumatică prin intermediul unei electrovane comandată de către calculator.

### **Circuitul de carburant de joasă presiune**

Circuitul de alimentare de joasă presiune servește la transferarea carburantului din rezervor către pompă de înalta presiune. Se compune din următoarele elemente:

- rezervorul, pompă de amorsare electrică, filtru de carburant, un dispozitiv de încălzire, o pompă de alimentare mecanică\*, o pară de amorsare manuală\*. Pentru a evita colmatarea filtrului cu cristale de parafină la temperaturi negative, este necesară încălzirea motorinei.

Încălzirea carburantului poate fi asigurată cu ajutorul unei rezistente electrice în cutia filtru.



**Circuitul de carburant de înaltă presiune(Fig 5.32)**

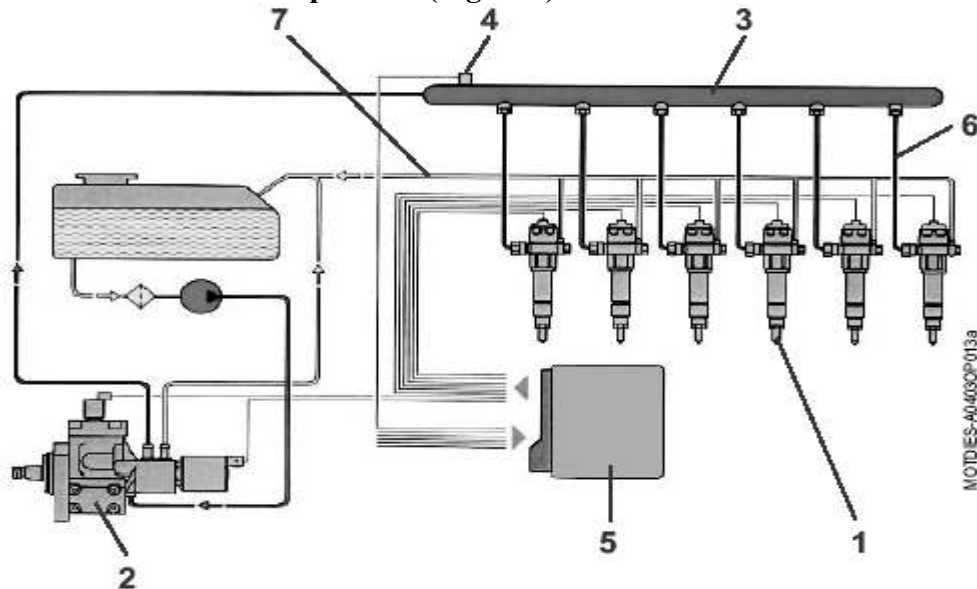


Fig.5.32;1 Injetoare. 2 Pompa de inalta presiune. 3 Rampa de injectie. 4 Captor de presiune rampă. 5 Calculator. 6 Conducte de înaltă presiune. 7 Circuit de retur carburant. O presiune corectă a motorinei este o condiție esențială pentru funcționarea unui sistem de injecție cu rampă comună. Înalta presiune este deci inima sistemului.

Presiunea este corectă numai:

- dacă pompă este în măsură să furnizeze cantitatea de carburant necesară,
- dacă sistemul de înalta presiune nu prezintă scăpări anormale.

**Generarea înaltei presiuni**

-Pompa



Fig.5.33;1 Ieșire carburant catre rampă, 2 Intrare carburant joasă presiune. 3 Retur rezervor.

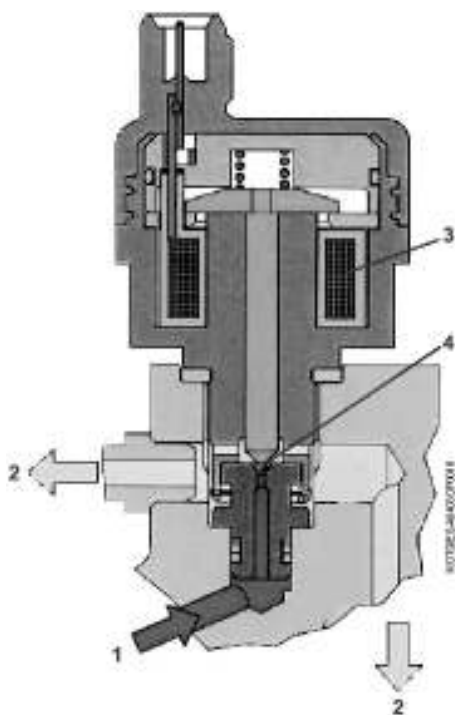
4 Electrovane de reglare presiune.

-Rolul pompei este de a produce înalta presiune. Ea nu asigură realizarea dozei și a

debitului de injecție contrar pompelor motoarelor diesel de generație mai veche. Pompa de înalta presiune este compusă din mai multe elemente de pompaaj antrenate de către motor. O modalitate de reglare a înaltei presiuni în rampă este de a monta un regulator la ieșirea pompei de înalta presiune. Debitul de carburant este proporțional cu regimul de rotație al motorului și un regulator pilotat descarcă surplusul către circuitul de retur pentru a obține presiunea cerută în rampă.

Regulatorul de presiune este situat pe pompă. Acesta este o electrovana pilotată de către calculatorul de injecție. Comanda se efectuează prin intermediul unui curent pulsant modulat (RCO).

O supapa mecanica de securitate permite limitarea presiunii in caz de avarie a regulatorului.(Fig.5.34)



- 1 Înaltă presiune.
- 2 Către returul rezervorului.
- 3 Bobina de comandă.
- 4 Supapa de siguranță.

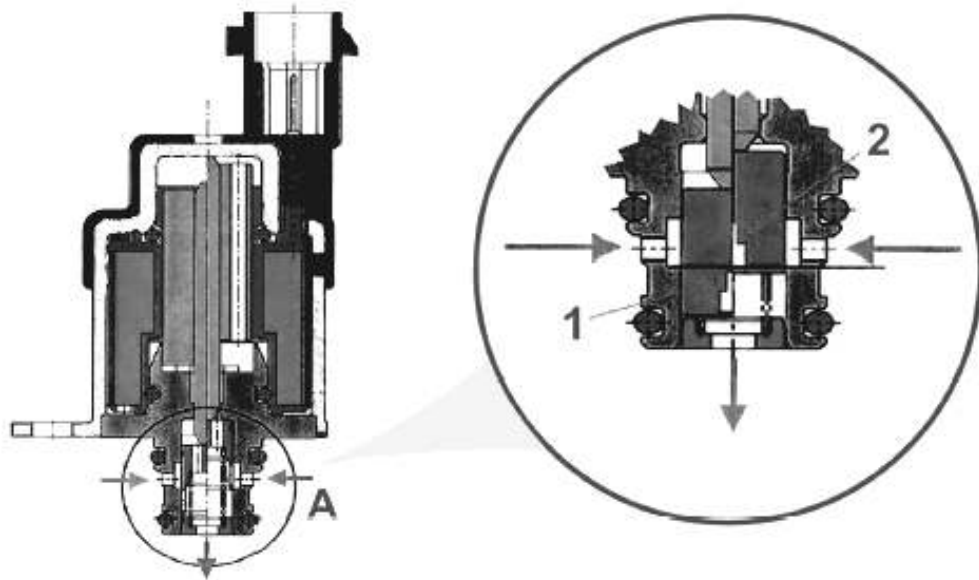
Reglarea prin controlul debitului de intrare

La aceste sisteme, limitarea presiunii se efectuează dozând cantitatea de carburant admisă în cilindri de pompaaj. Doar cantitatea de carburant necesară menținerii presiunii prestabilite în rampă este comprimată.

Rezultă următoarele avantaje:

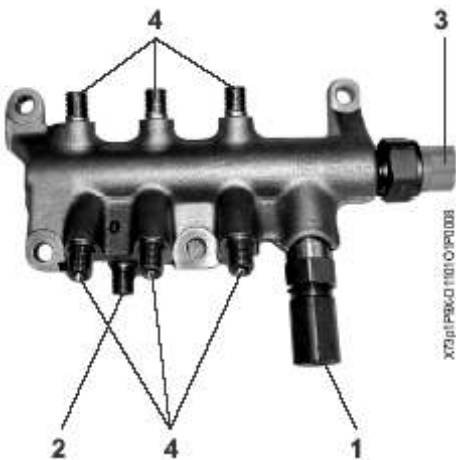
- o reducere a puterii absorbite prin pompă permițând un câștig de consum,
- o temperatura mai scăzută pe returul carburant permițând neutilizarea răcitorului de carburant. Într-adevăr, carburantul prezent pe returul pompei nu mai este supus încălzirii pentru că nu mai provine de pe circuitul de înalta presiune. Prin urmare, temperatura este mai puțin ridicată.

### Actuatorul de debit(Fig.5.35)



Elementul care permite reglarea presiunii se numește actuator de debit. Este vorba de o electrovana pilotată de către calculatorul de injecție. Comandă se efectuează prin intermediul unui curent pulsant modulat (RCO). Când nu este alimentat, actuatorul este în poziție de debit maxim. Această caracteristică impune prezența unui limitator mecanic de suprapresiune (pe rampă sau în pompă) târâta sub presiunea maximă de funcționare.

Cazul cel mai întâlnit este un actuator comun la toți cilindrii de pompaj. Totuși, anumite sisteme utilizează un actuator pe element de pompaj (exemplu: sistemul DENSO).



### Rampă comună(Fig.5.36)

- 1 Limitator de presiune.
- 2 Intrare înaltă presiune.
- 3 Captor de presiune carburant.
- 4 Ieșire către injectoare

înainte de a fi injectat.

Această capacitate tampon evită variațiile de presiune la deschiderea injectoarelor.

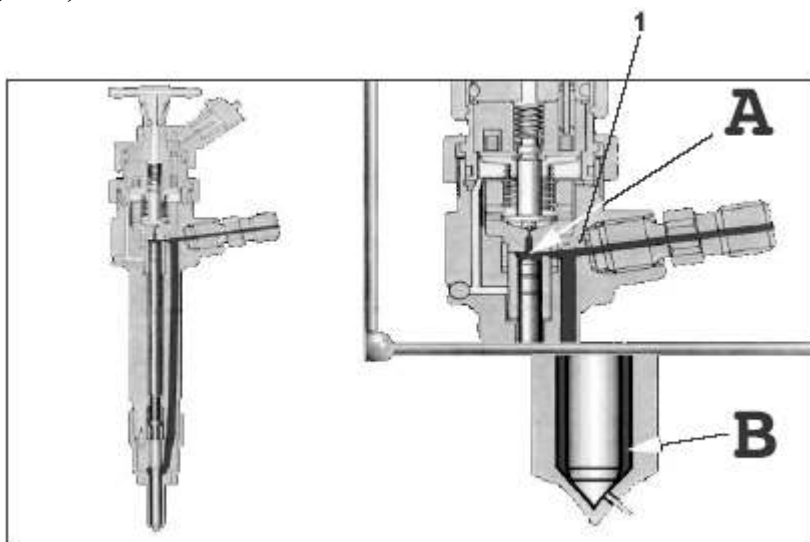
Rampa dispune de câte o ieșire pentru fiecare cilindru la care se racordează conductele injectoarelor.

Poate fi de formă cilindrică sau sferică. Rampa comună integrează captorul de presiune pentru a

Rolul său este de a stoca carburant sub presiune

permite calculatorului să regleze valoarea de presiune.

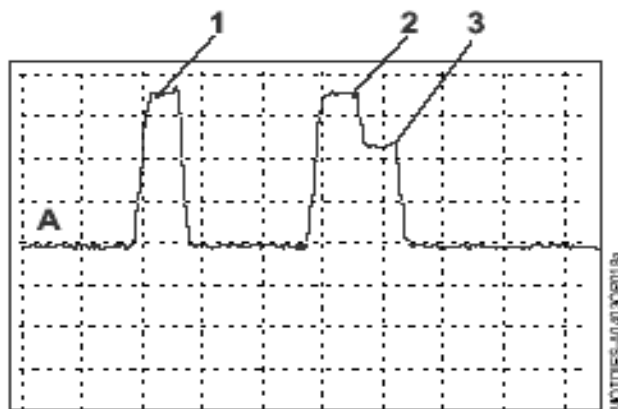
### Injectoare(Fig 5.37)



1 – supapa de descărcare

Rolul injectoarelor este de a pulveriza motorină în cilindri pentru a provoca arderea. Deschiderea injectoarelor se face prin comandarea supapei de descărcare situată în partea superioară a acestora. Scăparea de combustibil creată prin deschiderea acestei supape de descărcare provoacă un dezechilibru de presiune la nivelul acului injectorului. Supapă eliberează presiunea « superioară A », iar acul injectorului se ridică sub efectul presiunii « inferioare B », care devine mai mare decât presiunea A, datorită acestui dezechilibru creat prin deschiderea supapei.

#### *Pilotajul injecției*



**Fig.5.38.** 1 *Pre-injecție.* 2 *Apel.* 3 *Mentinere.*

Pentru ridicarea supapei de pe scaunul său, calculatorul are nevoie de aplicarea unei intensități de curent mai importante, acesta este curentul de APEL. Apoi, supapă rămâne deschisă sub influență unei intensități mai scăzute numită de MENȚINERE. Pilotajul electronic oferă posibilitatea realizării mai

multor injecții succesive pentru a ameliora arderea.

Calculatorul realizează o preinjecție înainte de injecția principală. Aceasta permite o ardere progresivă limitând zgomotele și vibrațiile. Această strategie nu mai este utilizată începând cu o anumită sarcină în sus. Multiplicarea injecțiilor permite un control mai bun al arderii reducând și emisiile poluante.

Pentru anumite aplicații, calculatorul de injecție nu alimentează direct injectoarele dar o face printr-o unitate de putere. În acest caz comanda se derulează în două etape:

Calculatorul de injecție trimite un semnal de joasă intensitate corespunzând momentului și timpilor de injecție doriți. Unitatea de putere generează semnalul de deschidere de intensitate mare către injectoare.

O linie de diagnostic permite unității de putere să confirme calculatorului realizarea comenzii de deschidere.

Datorită fabricației, caracteristicile de debit ale injectoarelor nu sunt perfect identice. Aceasta poate antrena iregularități de funcționare a motorului și creșterea emisiilor poluante.

În uzină, fiecare injector este măsurat. Apoi i se atribuie un cod în funcție de diferența față de valorile de referință. Acest cod este înscris pe injector și se numește cod de calibrare și trebuie să fie memorat în calculator cu ajutorul sculei de diagnosticare. Acest cod corectează timpii de comandă ai injectorului astfel încât fiecare injector al unui motor să aibă același debit la injecție.

Anumite sisteme permit calculatorului să citească direct valoarea de corecție ce trebuie aplicată. Astfel, se evită procedura de scriere a codurilor de calibrare și este permisă permutarea injectoarelor între ele

În acest sens, o rezistență corespunzătoare unei valori de corecție este prevăzută pe conectorul electric al injectorului. Calculatorul citește valoarea acestei rezistențe și aplică corecția de debit la injecție.

### Gestionarea electronică a injecției

Sistemele electronice de injecție cu rampă comună sunt:

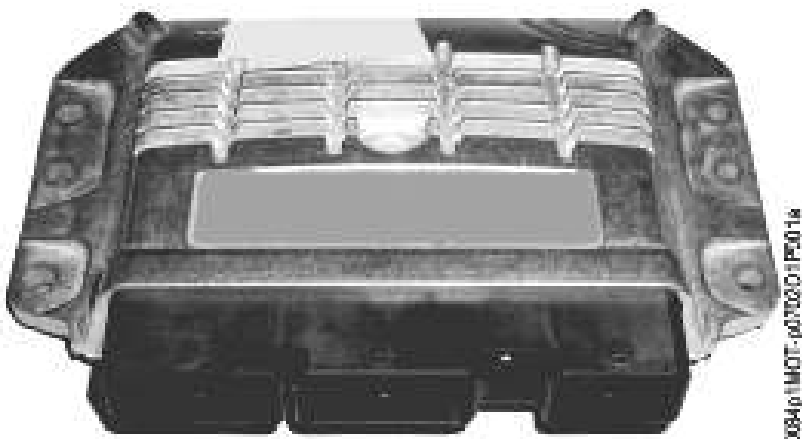
Tip de injecție	Sistem	Comanda injecției	Comanda injectoarelor	Poziționarea injectoarelor
Multipunct: câte un injector pe fiecare cilindru	Injecție directă	Secvențială	Individuală (în fază ciclul motor)	Direct in camera ardere

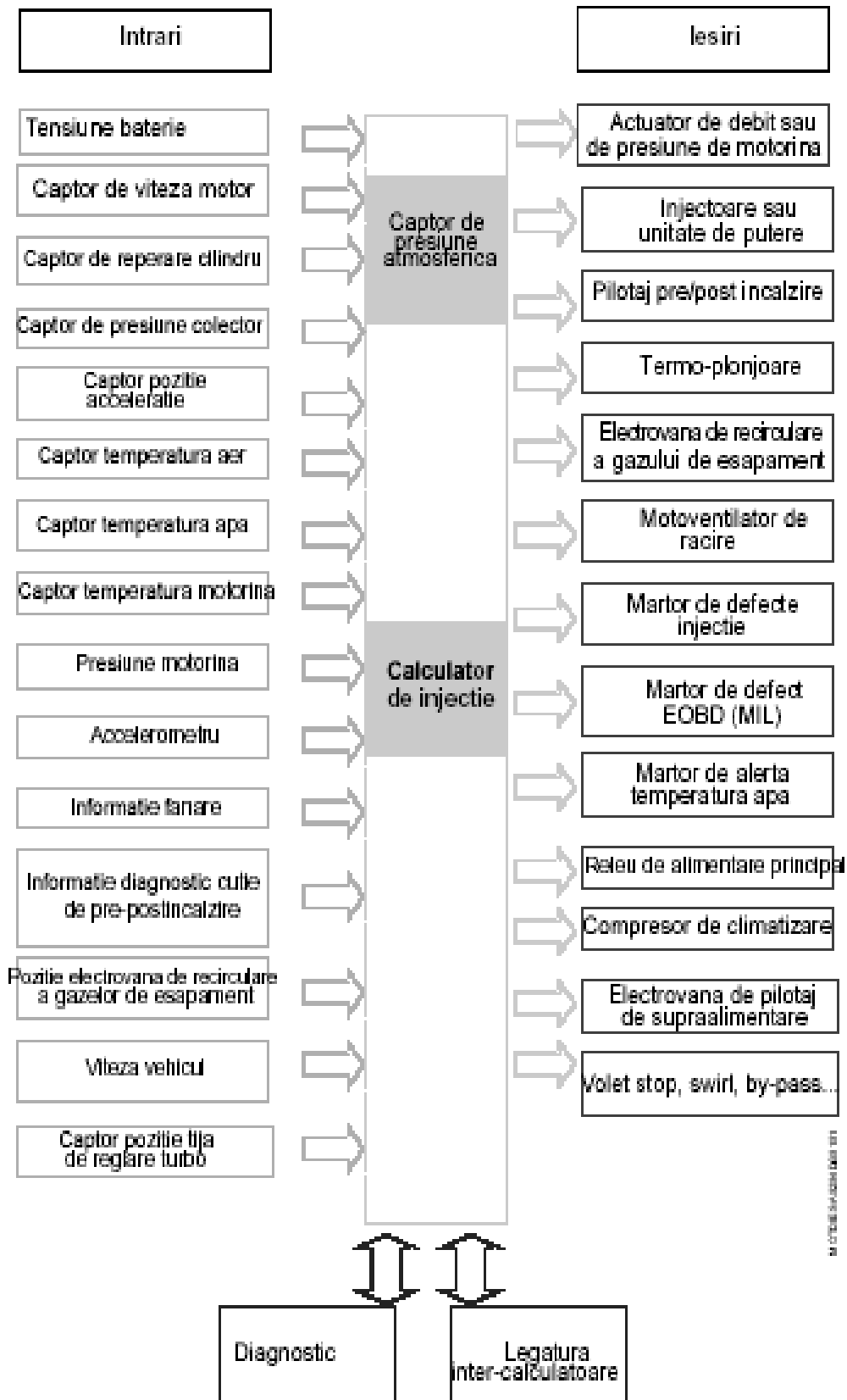
**Calculatorul de injecție** (unitatea de gestionare control motor) culege informațiile provenind de la diferiți captori și calculatoare. După analiză, acesta comanda actuatorii.

Acești actuatori sunt comandați:

- direct de calculator (ex: regulatorul de presiune sau de debit),
- prin intermediul releelor (ex: pompa de carburant, compresorul de climatizare),
- prin intermediul unității de putere (ex: preîncalzire, comandă injectoare).

Fig 5.39





Sistemul de injecție diesel, folosind informațiile din schema de mai sus, gestionează foarte precis următoarele : presiunea în rampa comună, injecția de motorină, - supraalimentarea, încălzirea aerului. În plus, calculatorul deține și generează funcții precum: regulatorul/limitatorul de viteză, buclă rece a climatizării, gestionarea răcirii motorului. Pentru stabilirea presiunii de injecție, a momentului de injecție și a cantității de injectat, calculatorul utilizează următoarele informații fundamentale:

- viteză și poziția arbore cotit,
- desfășurarea ciclului de injecție,
- cererea de cuplu (poziție pedală).

Comparând semnalele emise de captorul de turație/poziție și de captorul de reperare cilindru, calculatorul determină poziția unghiulară a motorului, regimul de rotație, numărul injectorului activ și avansarea în ciclul de injecție.

Informațiile de turație și de poziție a arborelui cotit sunt prelevate printr-un captor magnetic fix care transmite la calculator imaginea electrică a danturii volantei. Acest captor informează asupra poziției arborelui cotit.

Este un captor de tip inductiv (generator de curent).

Ținta volant are un dinte lung care servește la reperarea poziției și dinți mici pentru măsurarea turației.

### **Captor de reperare cilindru**

Acest captor de poziție informează asupra desfășurării ciclului de injecție, furnizând calculatorului numărul injectorului activ.

Injecția se face cilindru cu cilindru. Când motorul este recunoscut că se găsește la PMS (Punct Mort Superior), unul din cilindri este la sfârșit de compresie, iar altul la început de admisie.

Captorul de reperare cilindru permite deosebirea din cei doi cilindri care se găsesc la PMS, care este în faza de compresie. Calculatorul poate atunci să comande injectoarele secvențial și în faza cu ciclul motor.

### **Informația de sarcină**

Este vorba în principal de cererea de cuplu corespunzând cererii șoferului.

Cu toate acestea cererea șoferului este modificată în anumite cazuri:

- creșterea cuplului odată cu punerea în funcțiune a compresorului de climatizare,
- estomparea cuplului la cererea transmisiei automate,
- diminuarea sau creșterea cuplului la cererea funcției ABS și a funcției de control traiectorie.

În aceste cazuri, calculatorul de injecție stabilește prioritățile între diferitele cereri.

Informațiile furnizate dau imaginea cererii de cuplu. Acestea vor permite calculatorului să determine debitul de carburant de injectat.

Un potentiometru dublu informează calculatorul asupra poziției pedalei de accelerație. Acesta are două piste rezistive de valori diferite

Prima pistă furnizează o valoare de tensiune care este dublă față de cea de-a doua pistă. Această asigură fiabilitatea informației. Calculatorul utilizează această informație pentru ajustarea duratei de injecție, avansul și presiunea de supraalimentare în cazul turbocompressoarelor cu geometrie variabilă

## **6. Mecatronica sistemului de frânare.Generalități.**

Sistemul de frânare are rolul:

- de a reduce viteza autovehiculului, eventual pâna la oprirea acestuia;
- de imobilizare a autovehiculului staționar;
- de asigurare a unei viteze constante la coborârea unei pante;

După rolul funcțional se pot clasifica astfel:

### **1. Frană principală sau de serviciu:**

- încetinesc autovehiculul aflat în mers;

- obțin decelerații de maxime de 6-7,5 m/s;
  - acționează asupra tuturor roților;
2. Frâne de siguranță:
- permit oprirea autovehiculului în cazul în care sistemul principal de frânare se defectează;
  - se acționează fără ca șoferul să ridice ambele mâini de pe volan;
3. Frâne de staționare:
- asigură imobilizarea autovehiculului staționat, în lipsa conducătorului, pe timp nelimitat;
  - trebuie să aibă un sistem de comandă propriu, separate de frâna principală;
  - uneori poate înlocui frâna de siguranță;
4. Frâne auxiliare:
- au același rol ca și frâna principală;
  - se utilizează pentru a mări efectul frânei principale;
5. Frâne de încetinire:
- micșorează solicitările și uzurile frânei principale atunci când se coboară pante lungi;

În procesul de frânare intră 3 factori esențiali :

#### **Factorul mecanic**

Încetinirea sau oprirea roților este obținută prin frecarea între un element fix, conectat într-un fel sau altul cu caroseria sau șasiul vehiculului (plăcuțe de frâna sau saboți) și un element solidar cu roțile în mișcare (discuri de frâna, tamburi). Sistemul de frânare trebuie să transforme energia cinetică în energie calorică și să evacueze cât mai rapid această căldură.

De aici rezultă următoarele calități indispensabile:

- o bună rezistență la temperatură înaltă;
- o bună conductibilitate termică;

#### **Factori psihologici**

##### ***Timpul de reacție***

Acesta este timpul care se scurge între percepția obstacolului și debutul efectiv al frânării.

Acest timp, variabil în funcție de individ și funcție de starea generală a organismului, este în medie de 0,75 sec.

##### ***Distanța de oprire***

Este distanța parcursă pe durata timpului de reacție plus distanța de frânare.

Pe de altă parte distanța de frânare optimă este în funcție:

- de viteza vehiculului;
- de coeficientul de frecare;
- de decelerația posibilă (funcție de caracteristica de frânare a vehiculului);

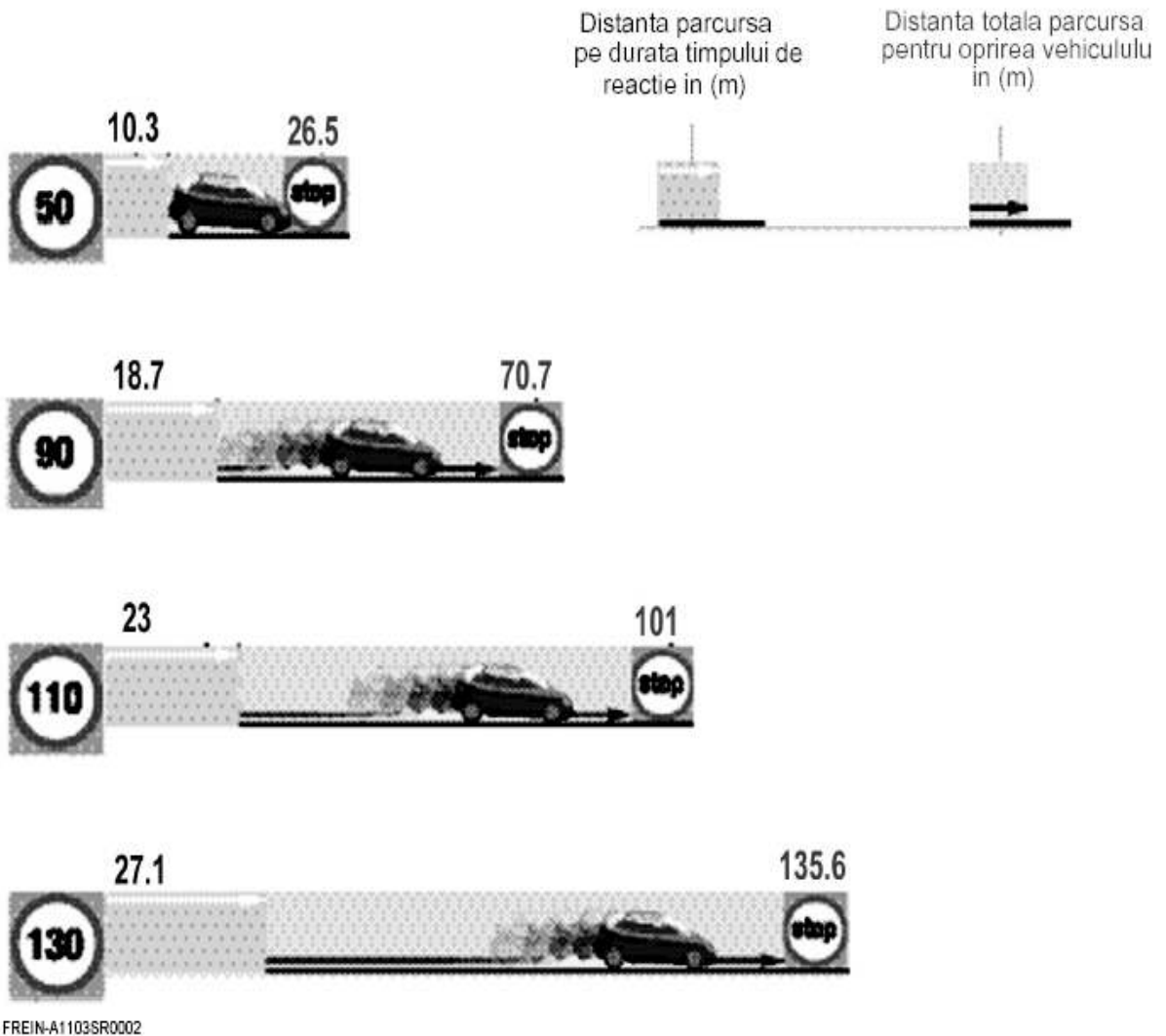
#### **Distanța parcursă într-o secundă**

60 km/h	→	16,66 metri
90 km/h	→	25,00 metri
130 km/h	→	36,10 metri



Șoferul trebuie să se adapteze la condițiile de trafic și la starea drumului. Acesta trebuie să aprecieze distanțele de oprire și viteza limită de intrare într-un viraj care să-i permită controlul vehiculului după legile fizicii. Pe de altă parte, condiția tehnică a vehiculului rămâne întotdeauna primordială : amortizoare, frâne, starea și presiunea de umflare a pneurilor.

**Distanța de oprire a unui vehicul**  
(Pe sol uscat cu o decelerație de  $6 \text{ m/s}^2$  )

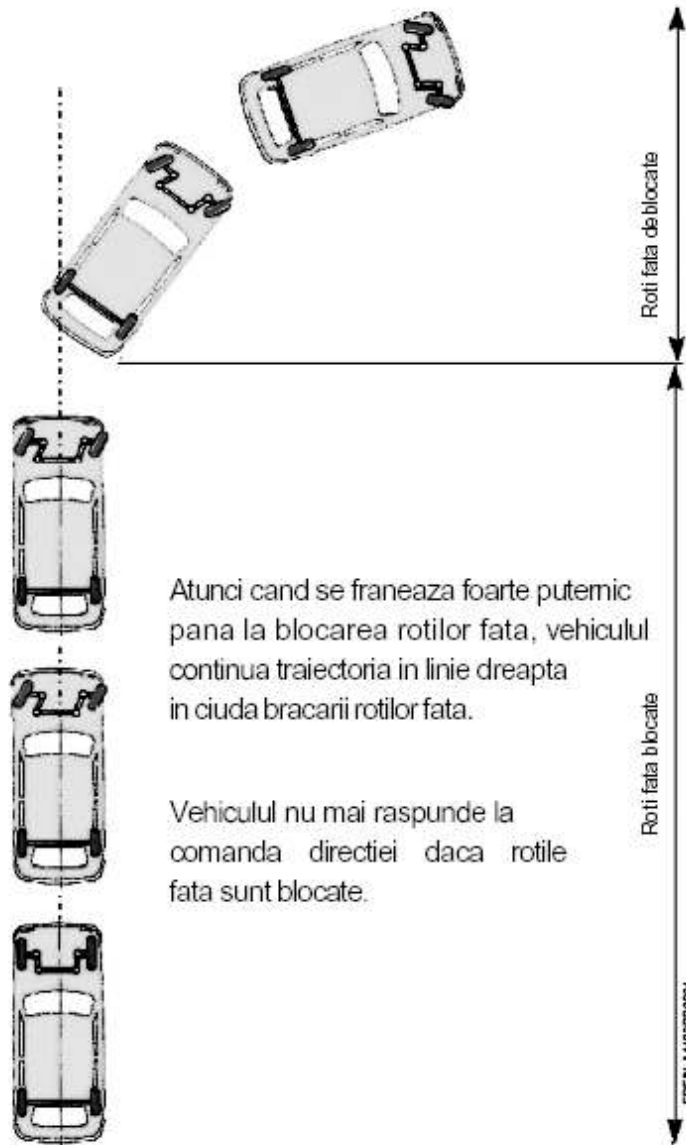


**Factori fizici**

*Roata în rotație și comportamentul vehiculului la frânare*

În timpul unei frânări, dacă roata se blochează și derapează fără să se învârtă există pierdere de aderență. Cum o diferență de aderență între roți există, vehiculul se așează transversal și își urmează traiectoria răsucindu-se în jurul axei verticale.

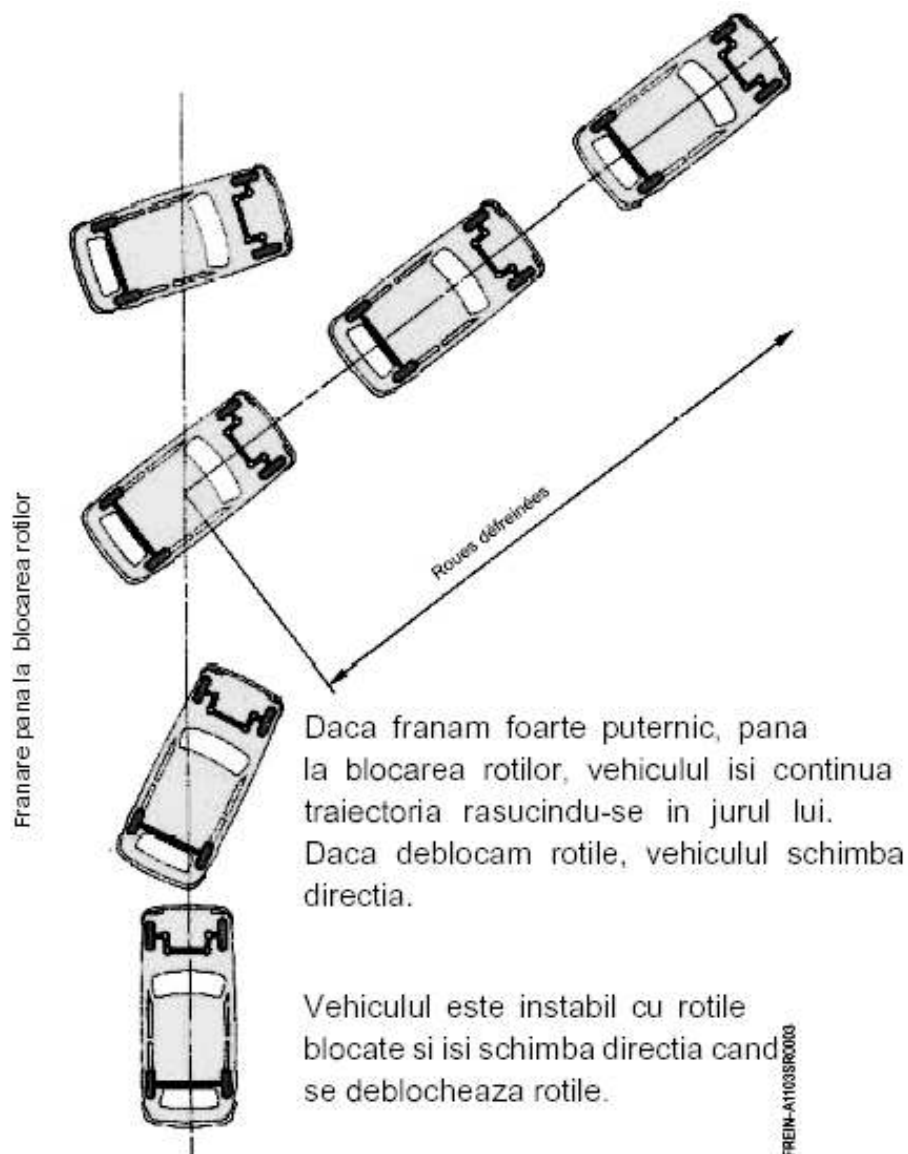
Atunci când se eliberează pedala de frână, vehiculul se stabilizează și reia o traiectorie urmându-și axa longitudinală diferită de prima. În același mod, se constată că direcția devine inoperantă atunci când roțile față sunt blocate.



Atunci cand se franeaza foarte puternic pana la blocarea rotilor fata, vehiculul continua traiectoria in linie dreapta in ciuda bracarii rotilor fata.

Vehiculul nu mai raspunde la comanda directiei daca rotile fata sunt blocate.

### *Roți blocate fără acțiune pe volan*



### *Noțiunea de aderență*

Forța de aderență (**FA**) se opune forței de deplasare (**FX**) a unui corp în raport cu suprafața pe care acesta este așezat.

Această forță de aderență este în funcție de :

- forța verticală (normală), care este reacțiunea planului la forța de greutate a corpului (**FZ**)

$$F_A = F_Z \times \mu$$

( $\mu$ )-coeficientul de frecare sau de aderenta

Forța de aderență = greutatea corpului (în N) x coeficientul de aderență.

Dacă  $F_X < F_A$  : corpul rămâne imobil, dacă  $F_X \geq F_A$  : corpul va aluneca.

Coeficientul de aderență depinde de legătura pneu/natura solului (uscat, lapovița, ploaie, zăpadă, etc).

Sistemul de frânare este format din :

- frâna propriu-zisă;
- mecanismul de acționare a frânilor;

Frânele propriu-zise pot fi montate fie direct pe butucul roții pe care acționează, fie pe transmisie. (mai rar)

După forma piesei care se află în mișcare de rotație frânele pot fi:

- cu disc;
- cu tambur;
- combinate;

După forma pieselor fixe, care produc frânarea pot fi:

- cu saboți;
- cu discuri (obișnuit sectoare de disc);
- cu banda;
- combinat;

Elementele care produc frânarea pot fi montate în interiorul sau în exteriorul pieselor rotitoare.

În funcție de tipul mecanismului de acționare se disting:

- cu acționare directă, la care forța de frânare se datorează exclusiv forței exercitate de conducător;

- cu acționare mixtă, la care frânarea se datorează atât forței exercitate de conducător cât și energiei unui agent exterior ( aer comprimat sau ulei sub presiune);

- frâne cu servoacționare, la care momentul de frânare apare datorită unui agent exterior, conducătorul având doar rolul de a regla intensitatea frânării. Defectarea servomecanismului conduce la imposibilitatea frânării;

Frânele cu acționare directă pot fi mecanice sau hidraulice.

Frânele cu acționare mixtă sunt obișnuit la autoturisme,

- acțiunea directă este hidraulică iar servomecanismul este pus în funcțiune cu ajutorul depresiunii din galeria de aspirație a motorului;

Sistemele de frânare pot fi cu un circuit sau cu mai multe circuite, fiecare acționând frânele unei punți sau chiar individual pe fiecare roată;

Decelerațiile impuse sunt obișnuit de peste 5 m/s<sup>2</sup> pentru frânele de serviciu și mai mari de 2,2 m/s<sup>2</sup> pentru frânele de siguranță;

Calitatea unui sistem de frânare este dat de următorii factori:

- coeficientul de frânare;  $C_f = a_f/g$ ;  $a_f$ -decelerația la frânare
- timpul de răspuns; - intervalul scurs din momentul apăsării pedalei de frână până la atingerea decelerației maxime (obișnuit 0,25-0,35 s);
- dezechilibrul maxim între frânele aceleiași punți;

$$D_r = \frac{X_M - X_m}{X_M} \cdot 100\%,$$

$X_M$  – reacțiunea tangențială cea mai mare.

$X_m$  - reacțiunea tangențială cea mai mică.

Limite admise sunt pentru fiecare tip de autovehicule și sunt de 10-20 %. De asemenea există relații de calcul și tabele atât pentru timpul de frânare cât și pentru spațiul de frânare.

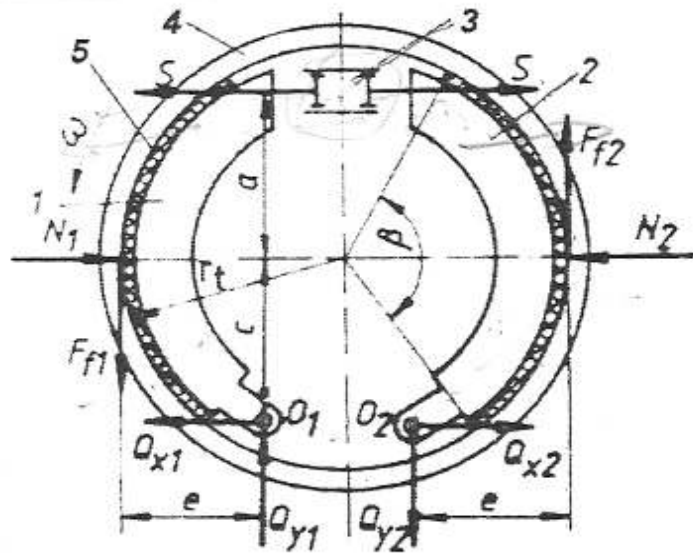
În principiu există trei categorii de frâne:

- a) cu tambur și saboți interiori;
- b) cu disc;
- c) cu banda;

Primele două categorii sunt cele mai utilizate.

- a) Frână cu tamburi și saboți interiori.

Frână simplex cu tambur și saboți interiori (6.1)



Este formată din saboții 1 și 2, prevăzuți cu garniturile de fricțiune 5. La partea inferioară aceștia sunt articulați în punctele  $O_1$  și  $O_2$ , iar la partea superioară sunt acționați cu ajutorul dispozitivului 3, fiind apăsați pe suprafața tamburului 4, solidar cu roata. Forța de frecare dintre garniturile 5 și suprafața interioară a tamburului produce momentul de frânare a roții. În funcție de modul de acționare a saboților pot fi frâne simplex, duplex și duo-duplex.

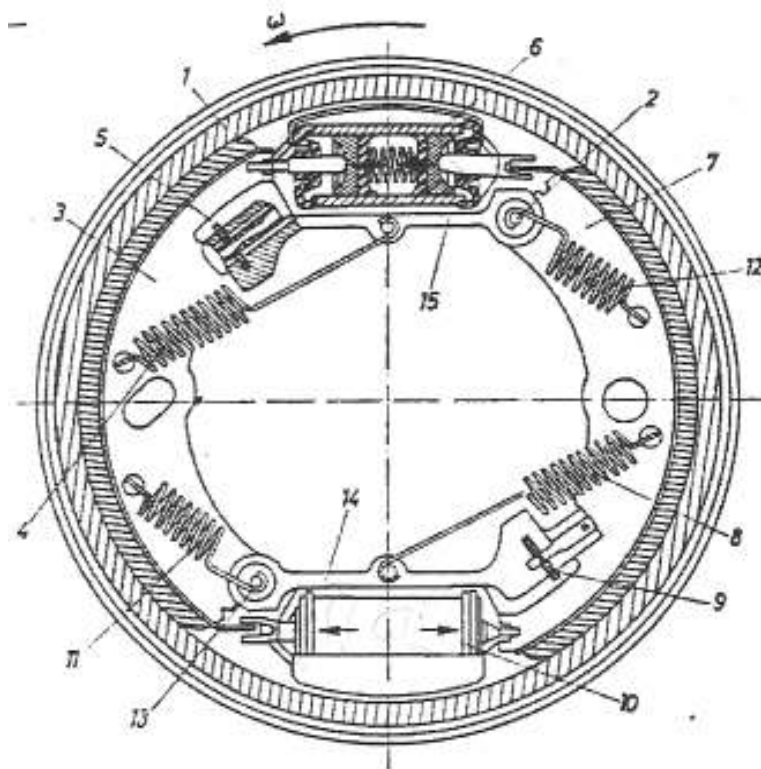
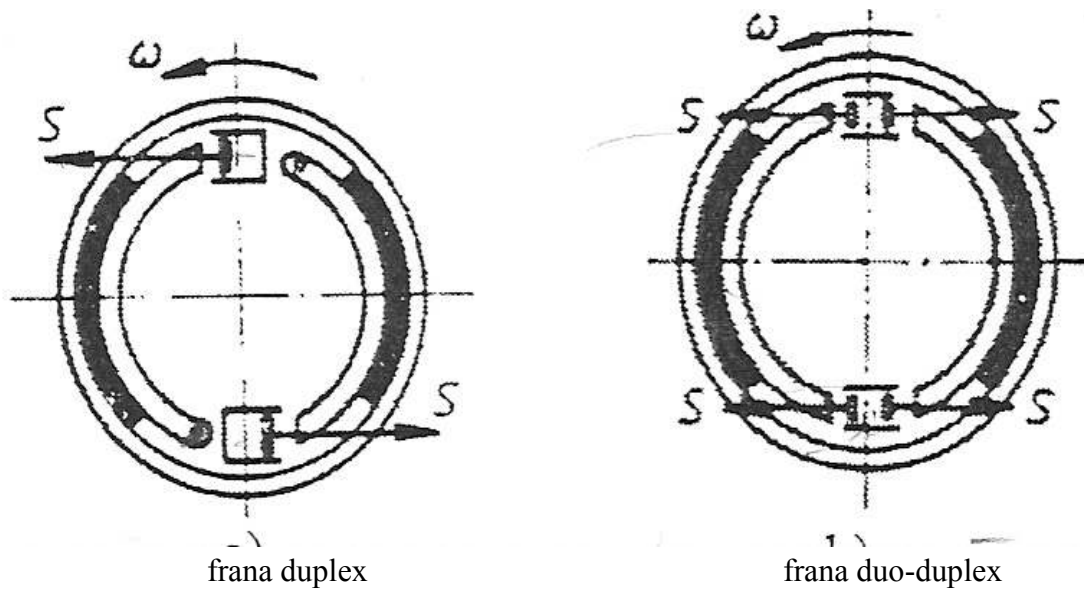


Fig.6.2. frana duo-duplex cu actionare hidraulica  
 1-tambur; 2, 13 –bolțuri de sprijin; 3,7-saboți; 4,8,11,12-arcuri; 5,9-dispozitive de reglare a jocului;6,10-cilindri hidraulici; 14,15-brățe

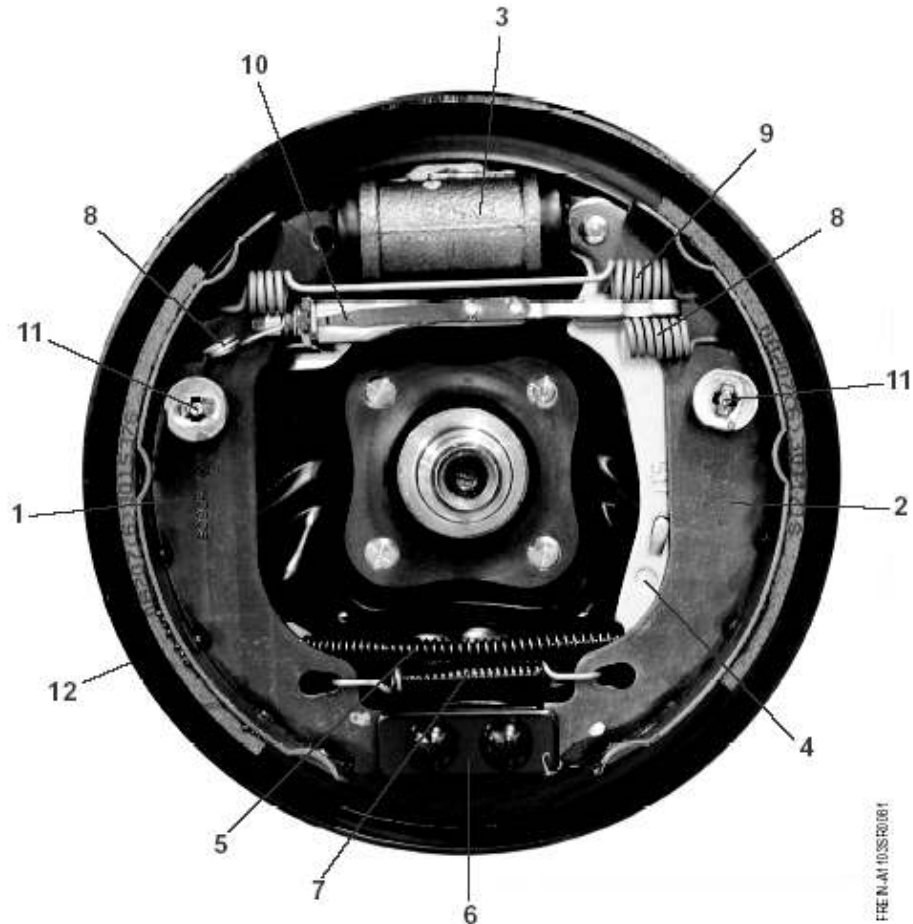


Fig.6.3 ;1- Sabot primar (numit comprimat), 2- Sabot secundar (numit întins), 3- Cilindru receptor, 4- Pârghia frânei de mână, 5- Cablul frânei de mână, 6- Reazem fix, 7- Resort de menținere, 8- Resorturi de menținere, 9- Resort de rappel, 10- Mecanism de preluare automată a jocului saboți-tambur, 11- Resorturi de menținere laterală , 12- Platou de tabla.

#### b) Frâna cu disc.

Se utilizează fie la toate roțile autovehiculului, fie în combinație cu frânele cu tambur și saboți interiori. Acestea prezintă o serie de avantaje:

- se poate mari suprafața garniturilor de fricțiune;
- distribuție uniformă a forțelor de frecare;
- au timp de răspuns mai mic datorită jocului mic dintre garniturile de fricțiune și discul roții;
- se răcesc mai ușor;
- sunt echilibrate și nu dau naștere la forțe radiale;
- se reglează ușor (dispozitive simple) și se înlocuiesc ușor;

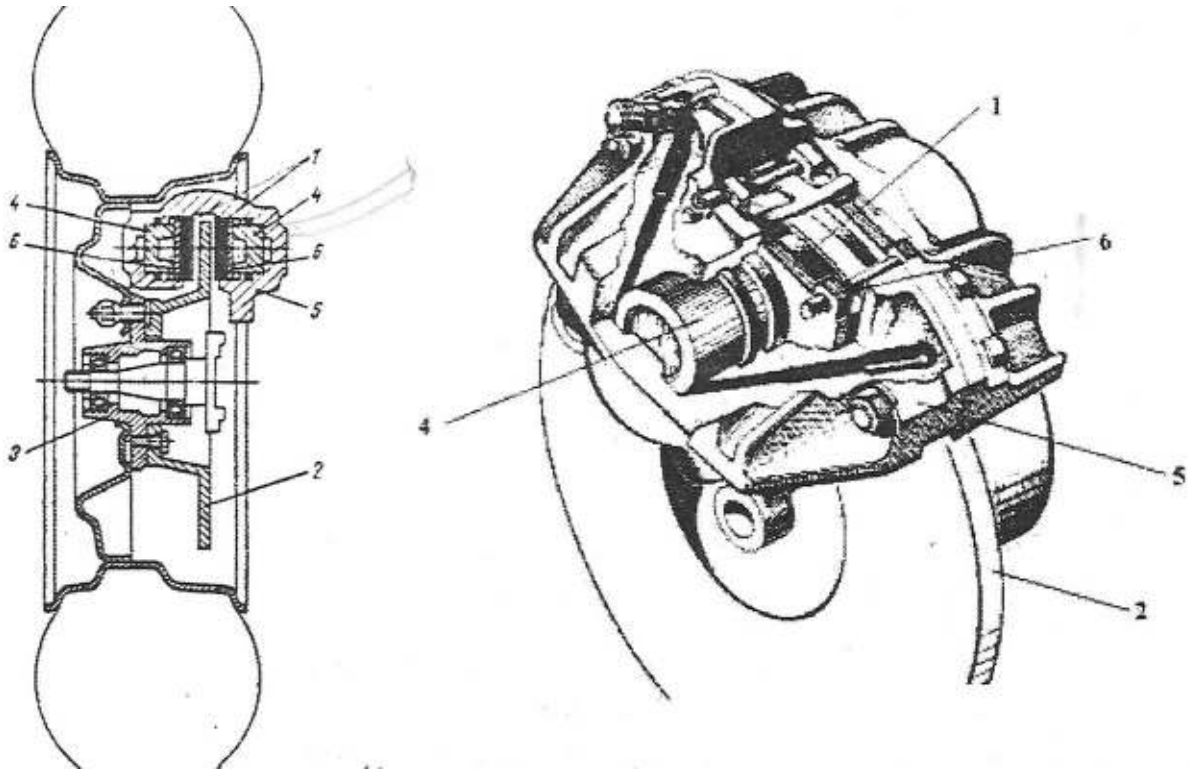


Fig.6.4; Frâna cu disc de tip deschis

1-garnituri de fricțiune; 2-disc; 3-butucul roții; 4-pistonașe; 5-etrier; 6-suportul metalic al garniturii de fricțiune

Ca principal dezavantaj – eficacitatea mai mică - de aceea autoturismele prevăzute cu astfel de frâne au servomecanisme de acționare ( măresc eficacitatea. )

În figura se prezintă o frână cu disc. Elementul în mișcare de rotație este discul 2, solidar cu butucul 3 al roții. Garniturile de fricțiune 1 sunt lipite pe suportii metalici 6 și sunt apasate hidraulic pe discul 2, prin cilindrii hidraulici (pistonașele) 4, etanșate în etrierul 5. Există și variante constructive la care etrierul este flotant, fiind prevăzut cu un singur pistonaș de acționare ( pe o singura parte) forța cealaltă fiind ca reacțiune a etrierului.

a) Frânele cu bandă sunt de tipul celei prezentate în figură. Sistemul de acționare poate fi articulat numai într-un capăt al benzii, celălalt fiind fix, sau în ambele capete.

### Mecanisme de acționare a frânelor

Transmiterea comenzii de la pedală/ parghie la frâne se poate realiza mecanic, hidraulic, pneumatic, electric sau mixt.

**6.1. Acționarea mecanică** se realizează obișnuit prin sisteme de pârghii și cabluri. În prezent mai este utilizată la frâna de serviciu datorită unor dezavantaje:

- necesitatea reglării frecvente;
- apar deformații ale elementelor, uzuri necontrolabile;
- randament scăzut;

Se mai utilizează doar la frânele de staționare.(Fig.6.5)



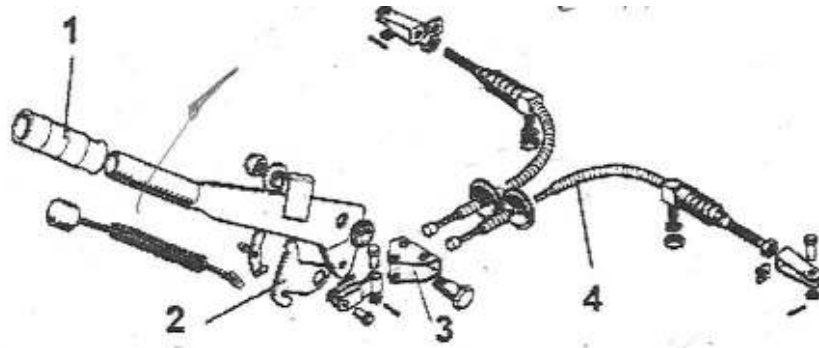
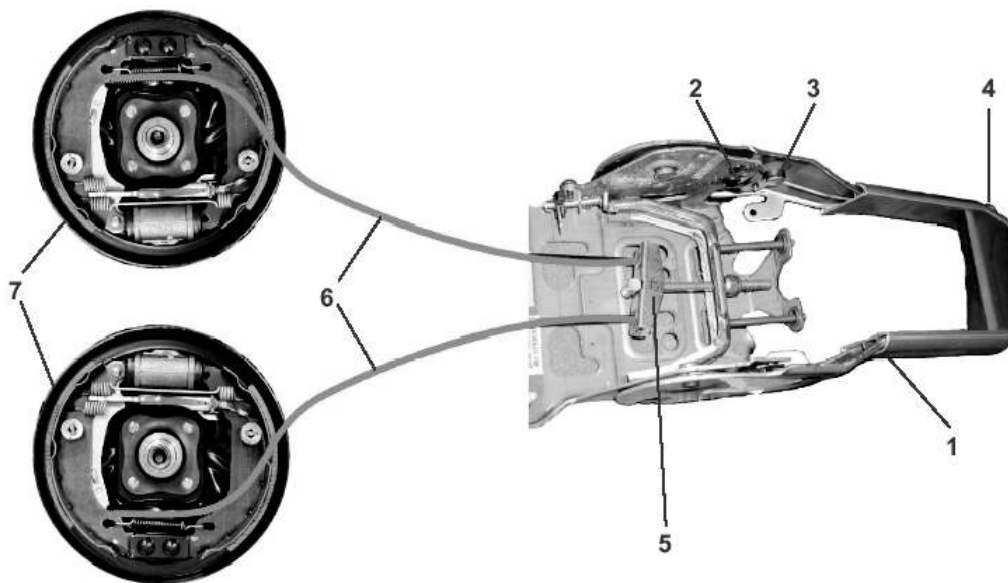


Fig.6.5

Astfel cablurile flexibile 4, care realizează acționarea frânelor, sunt acționate de pârghia de egalizare 3, acționată de levierul 1. Imobilizarea levierului în poziția „frânat” este realizată de mecanismul cu clichet 2.



### 6.2. Acționarea hidraulică este cea mai folosită:

- acționează simultan pe toate frânele;
- randament bun;
- poate fi cu mai multe circuite, pe punți sau pe roți;
- cursa reală a pedalei bună;
- construcție simplă;
- reglare ușoară;

#### Dezavantaje:

- spargerea unei conducte duce la defectarea întregului sistem;
- are elasticitate la pătrunderea aerului în sistem
- sensibil la temperatură ;

Sistemele pot fi cu simplu circuit sau cu dublu circuit.

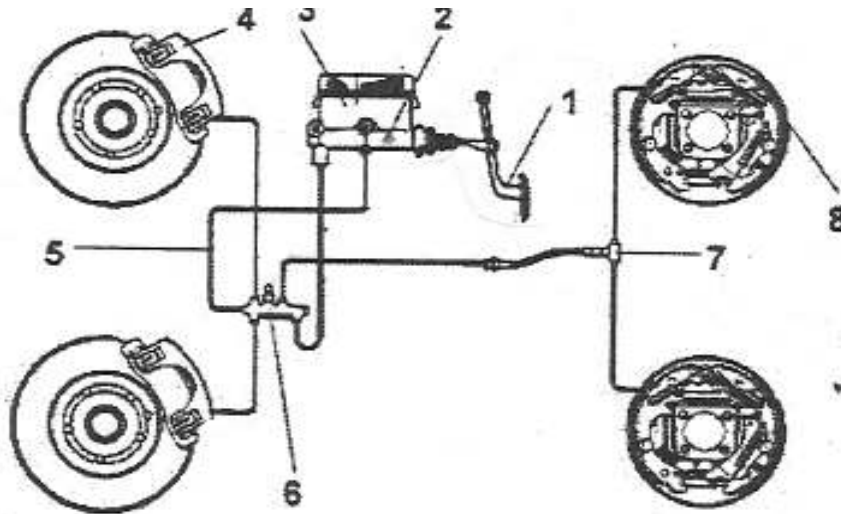
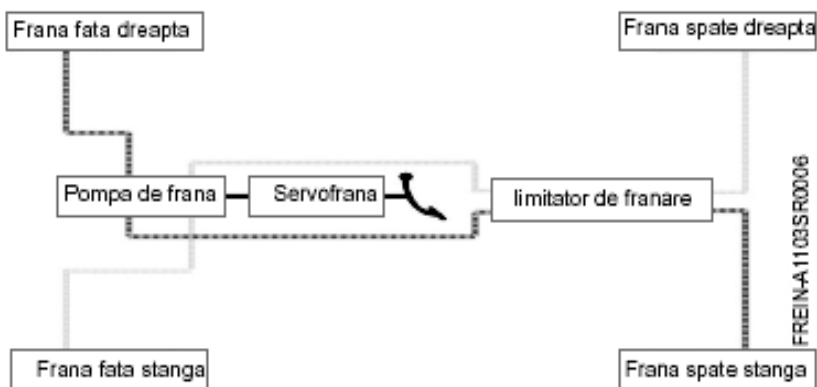


Fig.6.6

Pompa centrală 2, este cu dublu circuit, pentru față și spate, fiind acționată de pedala 1. O secțiune a pompei comandă frânele 4, ale punții față, iar a doua secțiune comandă frânele 8 ale punții spate. Supapa de siguranță dublă 6, are rolul de a izola un circuit atunci când în acesta apar deficiențe.

**Acționarea mixtă** (hidraulică cu servomecanism)(Fig.6.7)



*Repartizarea presiunii de frânare se efectuează în diagonală : fiecare circuit de frânare acționează pe o roată față și pe roata spate diagonal opusă.*

- Avantaj : oricare ar fi circuitul

defect pierderea de eficacitate este constant de 50%.

- Dezavantaj : în caz de defecțiune, sub acțiunea forțelor de frânare, vehiculul va avea tendința de a trage spre stânga sau spre dreapta.

Servomecanismul permite micșorarea forței de apăsare a pedalei sau creșterea presiunii în circuitul hidraulic fără creșterea forței de apăsare pe pedală. Servomecanismul se poate clasifica după sursa de energie în:

- pneumatic – care utilizează depresiunea din galeria de admisie (la MAS) sau de la o pompa de vacuum (la MAC);

- hidraulic – folosesc uleiul sub presiune;

Servomecanismul poate fi înglobat în pompa centrală de frână sau poate fi separat (fig.6.7)

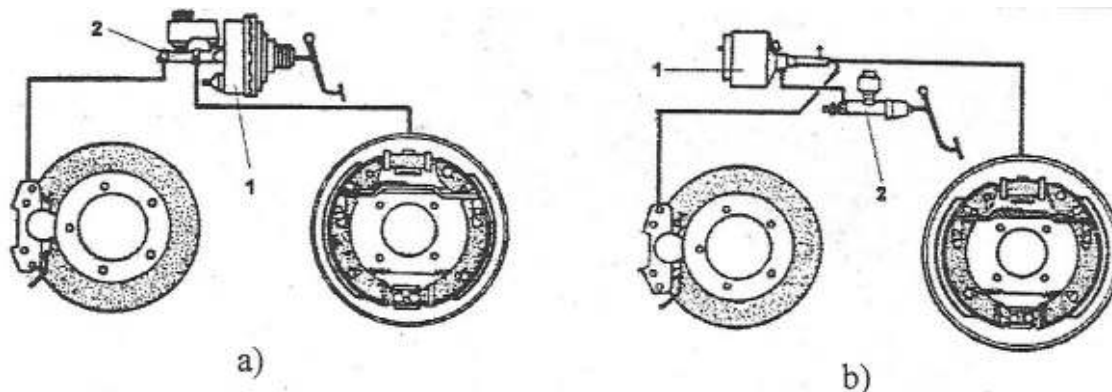
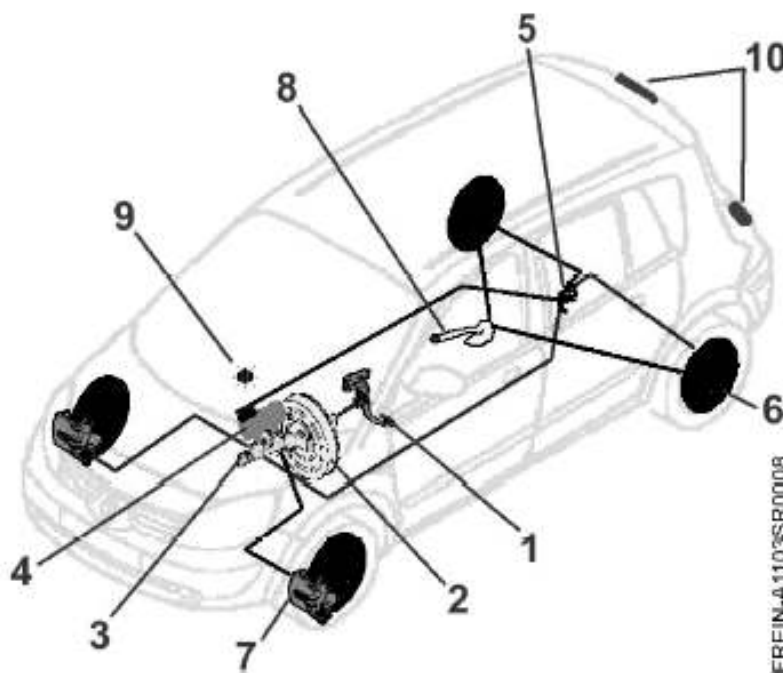


Fig.6.7; 1-servomecanism, 2-pompa centrală.

Componenta sistemului de frânare(Fig.6.8)

- 1 Pedala de frână.
- 2 Amplificatorul de frânare (Servofrână).
- 3 Pompa centrală de frânare.
- 4 Rezervor de lichid de frână.
- 5 Limitator de frânare.
- 6 Frână spate.
- 7 Frână față.
- 8 Frână de staționare.
- 9 Martorul frânei de staționare din tabloul de bord.
- 10 Lampi stop.



Pedală de frână (1) transmite efortul exercitat de piciorul conducătorului prin intermediul amplificatorului de frânare (servofrână) (2) către pompa centrală de frână (3).

Aceasta generează și distribuie lichidul de frână sub presiune la frânele (6 și 7) care îl transformă în efort mecanic (frecare) pentru a încetini, opri sau imobiliza roțile.

Limitatorul forței de frânare (5) modifică presiunea de frânare a frânelor spate (6) în funcție de sarcina pe punte.

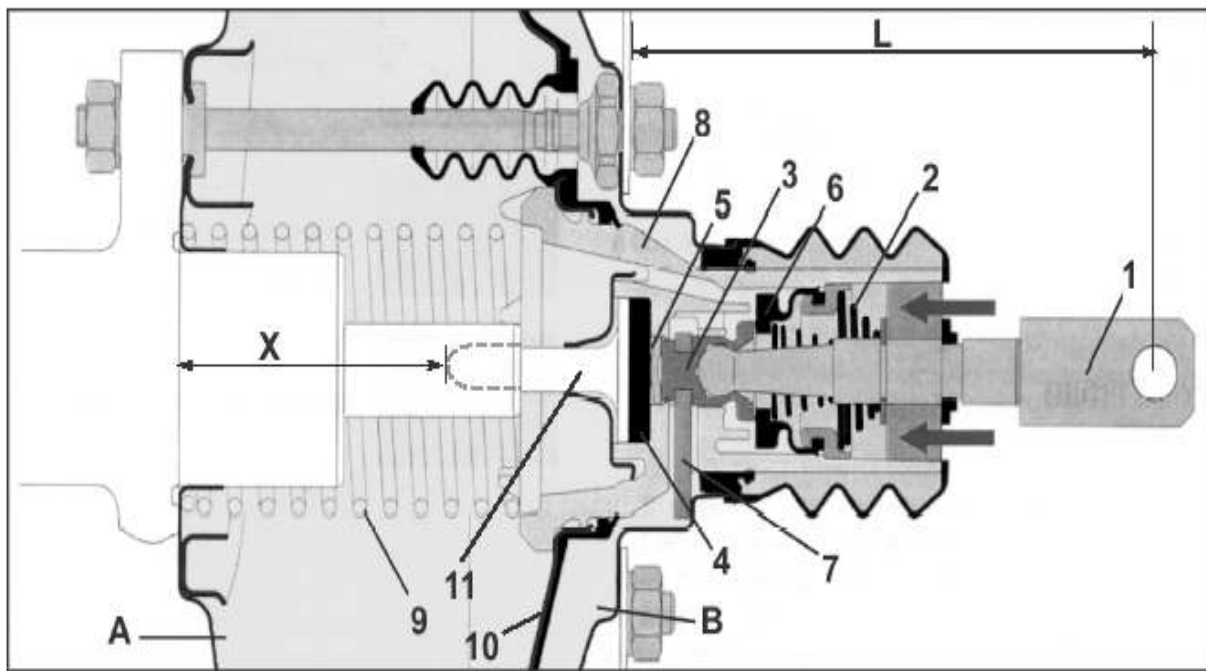
Frâna de staționare (8) acționează direct prin cabluri pe frânele spate (6).

Asistența la frânare sau amplificatorul de frânare (servofrână) este situată între pedala de frână și pompa de frână, în compartimentul motor. Amplificatorul de frânare (servofrână) are ca scop creșterea forței exercitate de conducător asupra pompei de frână. Principiul constă în crearea unei diferențe de presiune între camerele (A și B) grație :

- depresiunii din galeria de admisie în cazul unui motor pe benzină
- cu ajutorul unei pompe de vacuum în cazul unui motor diesel

### Funcționarea amplificatorului de frânare

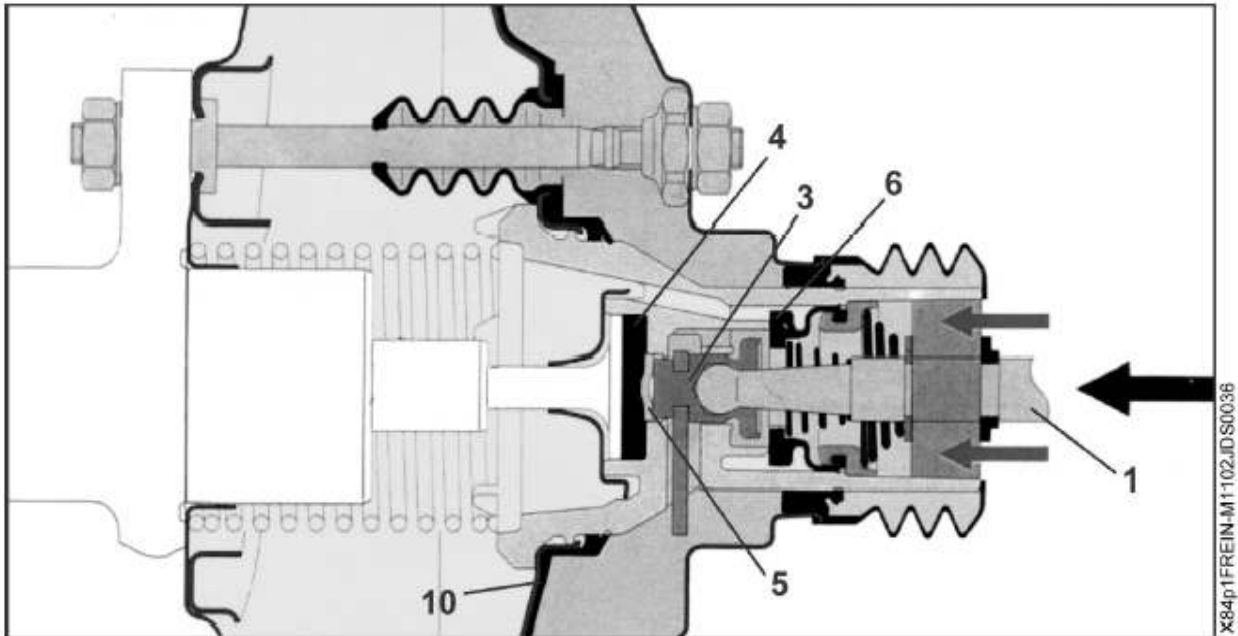
#### *În repaus*



- |                       |  |
|-----------------------|--|
| 1 Tija de comanda.    | 10 Membrana.                               |
| 2 Resort de rapel.    | 11 Tija impingatoare catre pompa de frana. |
| 3 Piston palpator.    | A Camera fata.                             |
| 4 Disc de reactie.    | B Camera spate.                            |
| 5 Rondela.            | L Cota de depasire a tije de comanda.      |
| 6 Supapa reglatoare.  | X Cota de profunzime a tije de impingere.  |
| 7 Limitator.          |  |
| 8 Corpul valvelor.    |  |
| 9 Resortul membranei. |  |

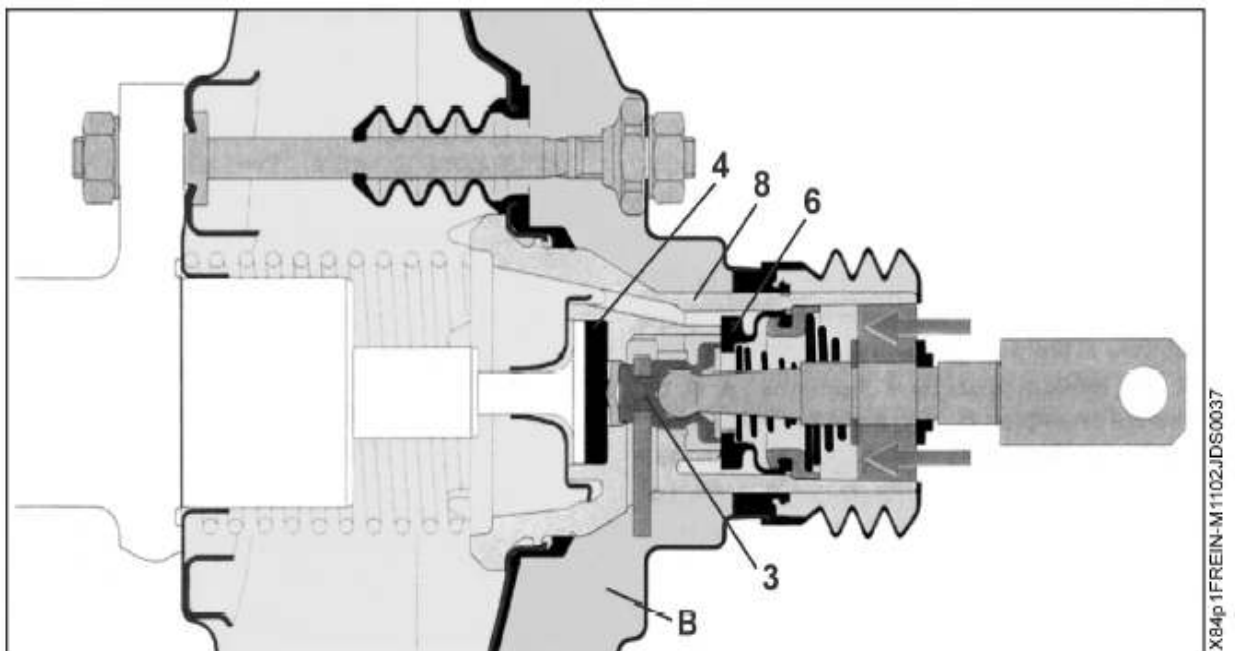
În repaus, cele două camere (A și B) sunt supuse depresiunii din galeria de admisie a motorului grație pistonului palpator (3) care apasă asupra supapei reglatoare (6).

#### *În frânare*



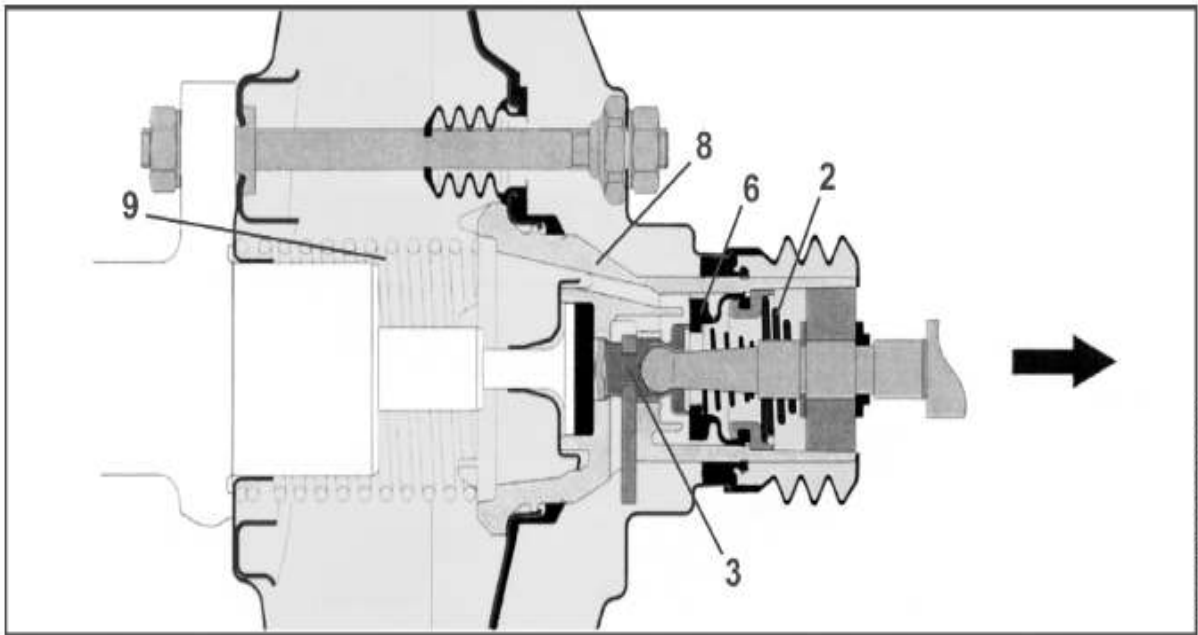
Atunci când utilizatorul apasă pedala de frână, tija de comandă (1) apasă pistonul palpator (3). Rondela (5) comprimă discul de reacție (4). Presiunea atmosferică pătrunde în camera spate prin traversarea supapei reglatoare (6). Dezechilibrul de presiune stabilindu-se între cele două camere (A și B), membrana (10) se deplasează.

**În menținere**



Atunci când utilizatorul menține efortul asupra pedalei de frână, discul de reacție (4) se destinde provocând o mișcare relativă a corpului valvelor (8) în raport cu pistonul palpator (3). Supapa reglatoare (6) se închide împiedicând astfel admisia aerului la presiune atmosferică către camera spate (B).

## Revenirea la repaus



Atunci când utilizatorul eliberează pedala de frână , resortul de rapel (2) reîmpinge pistonul palpator (3) pe supapa reglatoare (6). Canalul de comunicare între cele două camere (A și B) se deschide, iar dezechilibrul de presiuni se anulează. Resortul membranei (9) reîmpinge corpul valvelor (8) în poziție de repaus.

## 6.2. Acționarea electrică a frânelor

La acest sistem trebuie respectat principiul redundanței, adică dublarea sau chiar triplarea circuitelor, a traductoarelor și motoarelor, încât la ieșirea din uz a unuia, un altul să funcționeze. În general blocul pedalei de frână este prevăzut cu un traductor de forță sau cu un motor care simulează rezistența la apăsare. Acestea dau informații blocului central care la rândul lui comandă blocurile electronice de pe fiecare roată. Acestea acționează motoarele care produc frânarea.

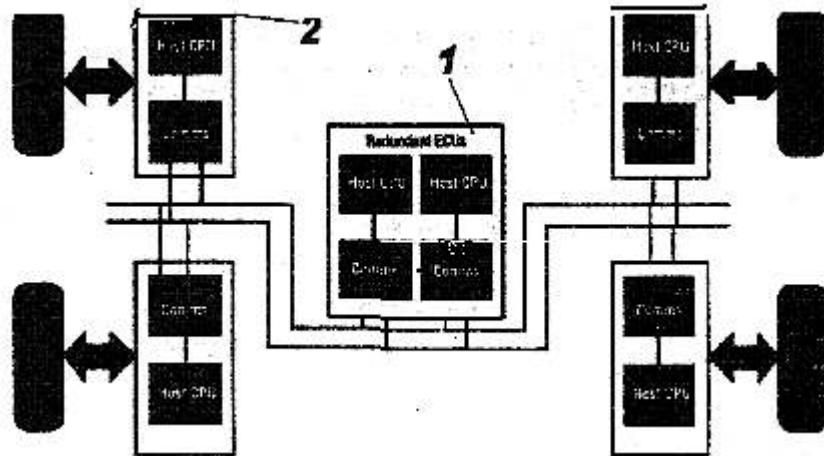


Fig.6.9;1-unitatea centrală de comandă; 2- bloc electronic de comandă a franei  
**6.3ABS (Anti Blocking System)**

Automobilele moderne sunt echipate cu sisteme de frânare performante și fiabile, capabile să atingă excelente valori de frânare chiar și la viteze ridicate. Totuși, chiar și cele mai bune frâne din lume nu sunt în măsură să evite reacțiile necontrolate și o frânare excesivă din partea conducătorului mașinii, confruntat cu condiții de circulație critice sau cu o situație neașteptată.

Specialiștii au estimat că 10 % dintre accidentele rutiere au fost produse datorită faptului că vehiculele devin necontrolabile și derapează ca urmare a blocării roților.

Sistemul de anti-blocaj al roților (ABS) permite remedierea acestei probleme. Vehiculele echipate cu acest sistem își conservă maniabilitatea și stabilitatea direcțională, chiar și în cazul frânării violente. Sistemul ABS ameliorează securitatea rutiera.

La ora actuală clienții de automobile consideră sistemul ABS ca fiind cea mai importantă opțiune (60% din preferințe), devansând airbag-ul (53%) și direcția asistată (51%).

Comportamentul dinamic al unui vehicul este legat în permanență de 3 parametri :

- conducătorul mașinii;
- vehiculul;
- calea de rulare;

Când condițiile de circulație necesită încetinirea sau oprirea completă a vehiculului (frânare normală sau de urgență), conducătorul trebuie să acționeze asupra :

- pedalei de frână
- volanului pentru a evita obstacolele apărute în fața lui

Vehiculul reacționează cu ajutorul frânelor care vor exercita un cuplu pe diferitele roți, creând astfel forțele de frânare.

Oprirea vehiculului este totdeauna condiționată de :

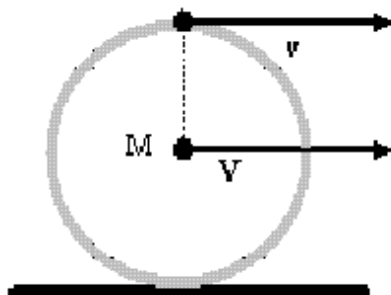
Buna apreciere a conducătorului ca timp și ca dozare a reacțiilor sale.

- Răspunsul prompt al vehiculului.
- Starea carosabilului care definește nivelul de aderență al anvelopelor.

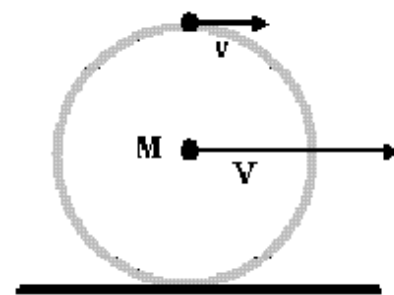
### Relația alunecare/aderență

Alunecarea este diferența de viteză între roți. Alunecarea se calculează astfel:

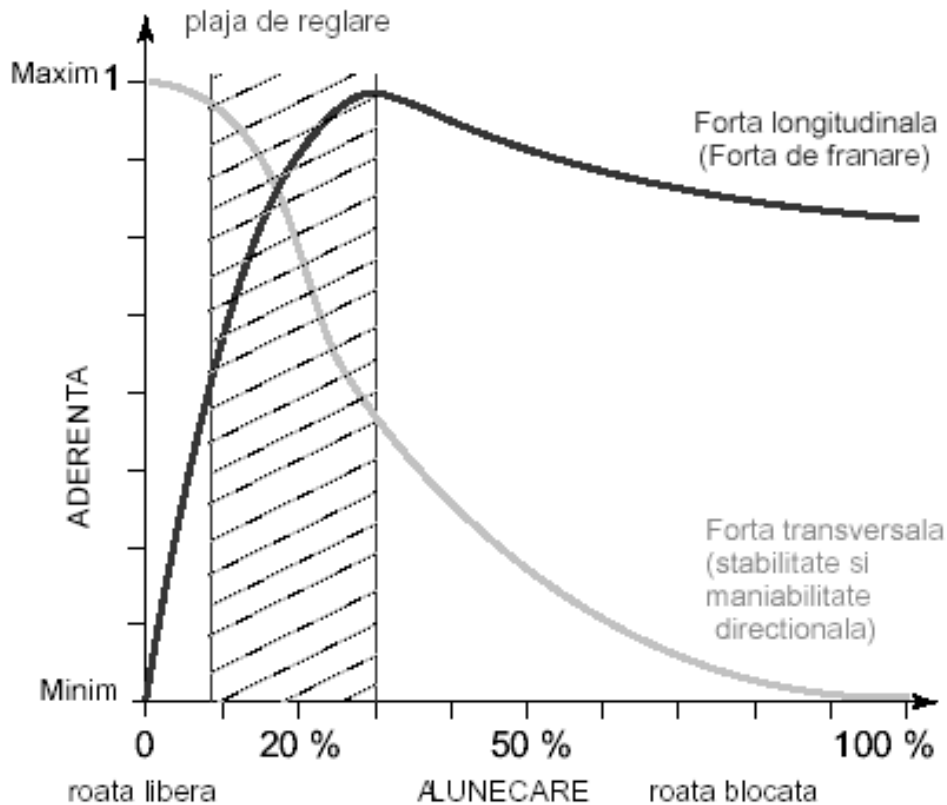
$$\text{Alunecarea} = \frac{V - v}{V} \times 100 \text{ [%]}, \quad V = \text{viteza vehiculului}, \quad v = \text{viteza roții frânate}.$$



**Roata libera :**  
 $v = V$



**Roata blocata :**  
 $v < V$



Dacă alunecarea crește peste o anumită valoare, forța de aderență scade. Blocajul unei roți este de asemenea obținut cu o alunecare de 100 %. Alunecarea și forța de aderență sunt strâns legate, deci pentru a obține cea mai bună forță de aderență între anvelopă și șosea este necesar să se atingă o anumită valoare de alunecare. Această alunecare provoacă în schimb o uzură a anvelopelor.

Se remarcă faptul că în curbe are loc o creștere importantă a alunecării până la blocajul roții ceea ce provoacă o diminuare a forței de aderență longitudinală, iar pe de altă parte, provoacă în egală măsură o scădere foarte importantă a forței de aderență transversală – și astfel posibilitatea derapării laterale crește.

De asemenea, dacă se privește vehiculul în totalitate, blocajul roților din față provoacă o pierdere a « dirijabilității » vehiculului, iar blocajul roților spate produce o pierdere a stabilității acestui vehicul (apare riscul de răsucire).

Constatăm că o alunecare situată în jurul a 20 %, dă un bun compromis între stabilitatea și maniabilitatea direcțională a forței de frânare. Dacă automobilul dotat cu ABS se află în curbă și se produce o frânare de urgență, vehiculul rămâne pe traiectoria impusă de conducător în 85% din situații. În absența ABS-ului, numai 38% din vehicule rămân pe traiectoria impusă

### Concluzie

Dacă se ajunge la blocarea roților în timpul unei frânări violente, atunci se va pierde o mare parte din aderență, ceea ce va conduce la :

- diminuarea eficacității frânării și a stabilității vehiculului;
- pierderea maniabilității direcționale;
- creșterea distanței de oprire;

Forța de frânare maximă este obținută atunci când pneurile sunt la limita de aderență. Cu cât



forța de aderență va fi mai mare, cu atât distanța de oprire va fi mai scurtă.

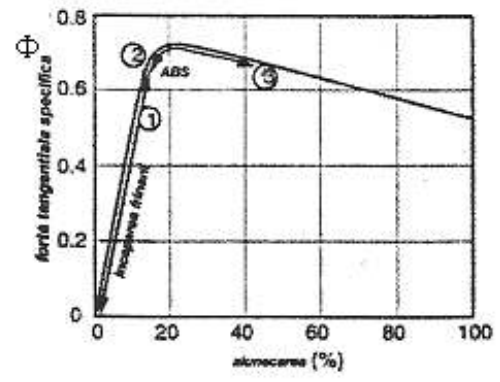
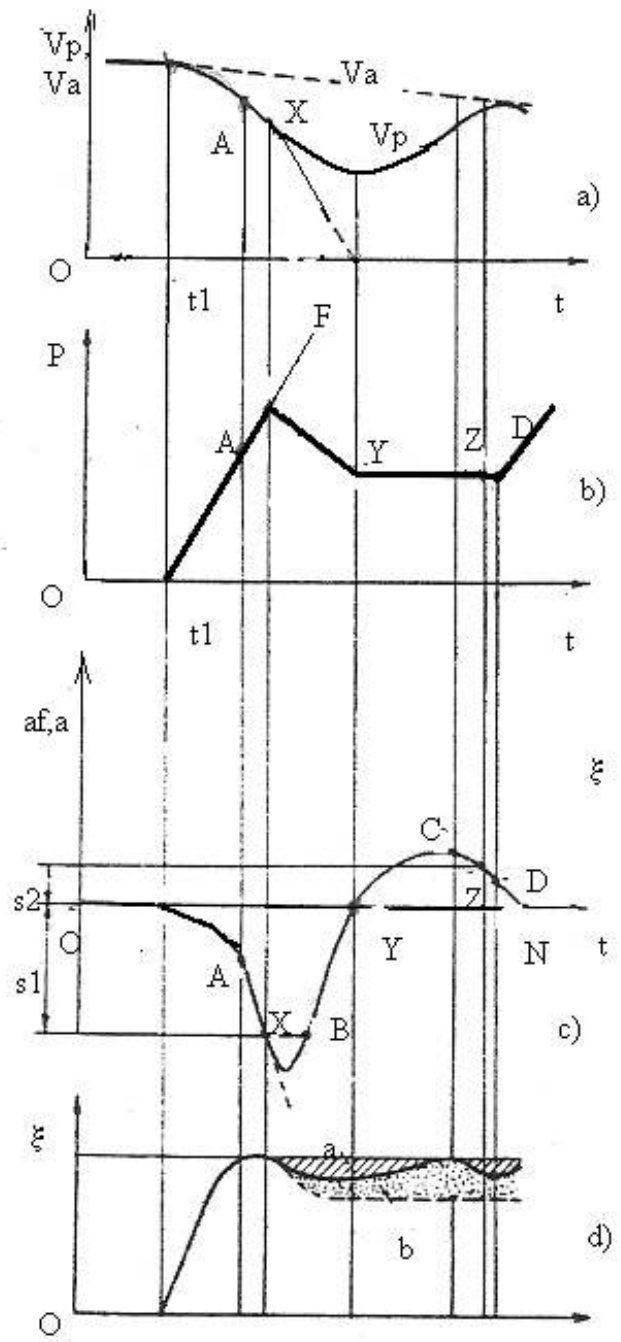
Cu scopul de a remedia aceste 3 inconveniente, este necesar să se limiteze forța de frânare la o valoare corespunzătoare unei aderențe între pneu și sol de ordinul a 20 %.

Ar fi iluzoriu să ne gândim că un șofer, chiar foarte antrenat, în cazul unei frânări «de panică» să aibă reacțiile adecvate care ar permite dozarea forței de frânare adecvată.

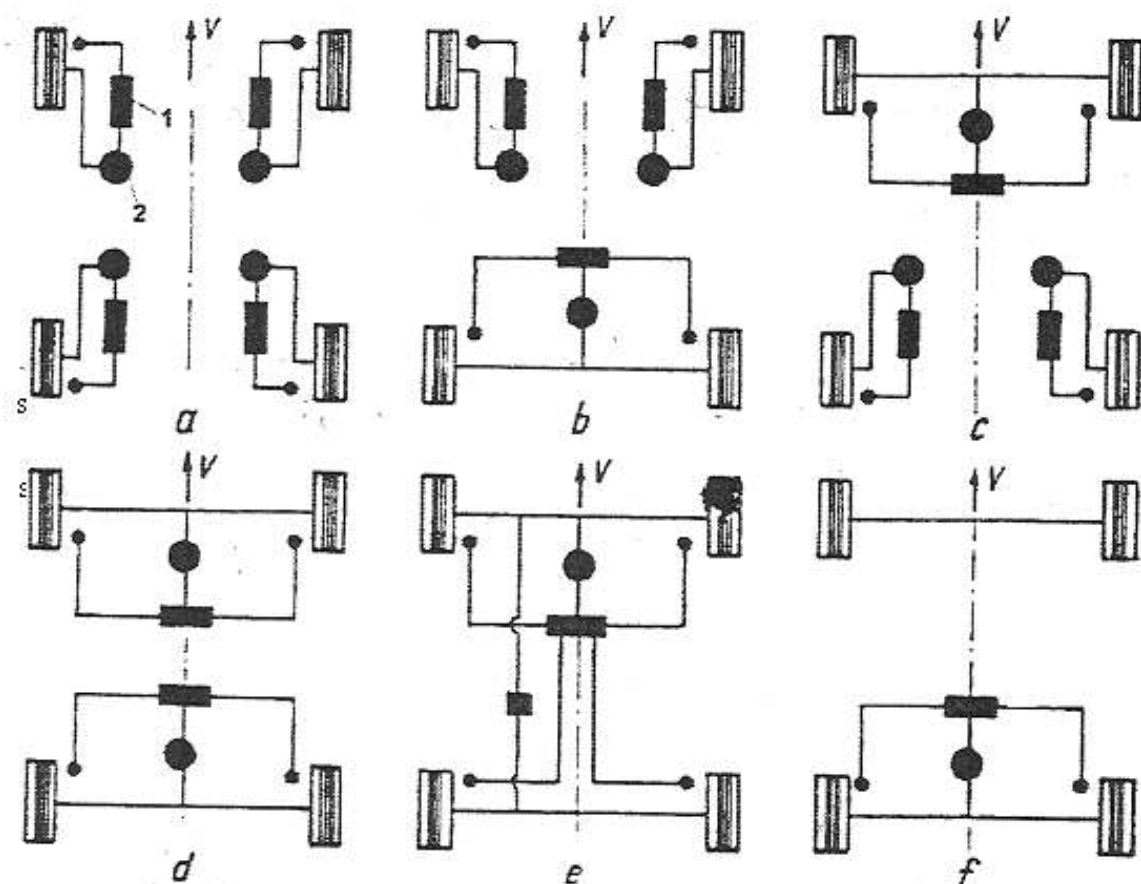
Principiul de funcționare a unui dispozitiv ABS este prezentat în figura următoare.

Astfel, perioada  $t_1$ -până în A se numește faza de **activare**, în care conducătorul apasă pedala de frână; viteza periferică a roții scade (a) în timp ce presiunea din circuitul de frânare crește (b), iar roata începe să fie decelerată(c). Punctul A corespunde atingerii forței tangențiale maxime (d). În absența ABS-ului presiunea din sistem va continua să crească, ajungându-se la blocare (punctul F). În cazul ABS-ului, imediat ce se trece de punctul A , începe faza de **descărcare**, în care, deși conducătorul apasă pe pedala, presiunea din sistem scade (zona X-Y, fig b), ca urmare , decelerarea roților scade (zona X-Y, fig.c).

În punctul Y începe faza de **izolare**, pe parcursul căreia presiunea în sistem este constantă. (Y-Z, fig. b), la o valoare mai mică decât cea care duce la blocarea roții. Aceasta faza durează până când, datorită decelerării roții și apoi accelerării ei, patinarea scade sub valoarea optimă. În punctul Z începe faza de **reactivare**, pe parcursul căreia presiunea din cilindrii de frână accelerația crește din nou și ciclul de funcționare a dispozitivului antiblocare se reia. Comanda dispozitivului ABS este dată , prin calculator, de decelerația sau accelerația roții, pragul S1 stabilind momentul începerii fazei de izolare, iar pragul S2 stabilind începutul fazei de reactivare. Un ABS ideal ar trebui să mențină forța tangențială specifică la valoarea maximă, însă practic nu se poate obține; funcționarea pulsatorie a ABS-ului reduce eficacitatea frânării față de cazul ideal (suprafața a, fig d), dar o mărește față de blocarea roții (suprafața b , fig.d)



În figura următoare se prezintă diverse variante ale dispozitivelor ABS



În principiu dispozitivul este format din modulator de presiune, 1, care modifică presiunile din sistemul de frânare în conformitate cu fazele de frânare și traductoarele, 2, pentru vitezele unghiulare ale roților. Totul se desfășoară sub comanda unui calculator ABS.

Principala informație pe care se bazează funcționarea ABS-ului este viteza autovehicolului.

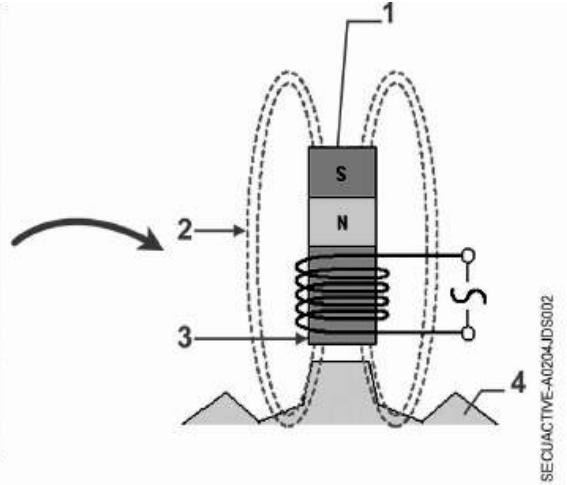
Prin captorii roților este transformată mișcarea mecanică a unei roți danturate (solidară în rotație cu roata automobilului) în semnal electric permitând calculatorului să determine ulterior viteza instantanee a fiecărei roți, în scopul calculării alunecării fiecărei roți.

#### **Captorii de viteză ai roții**

Două familii de captori de viteză ai roții există :

- captorii pasivi ;
- captorii activi ;

### *Captorii pasivi(6.11)*



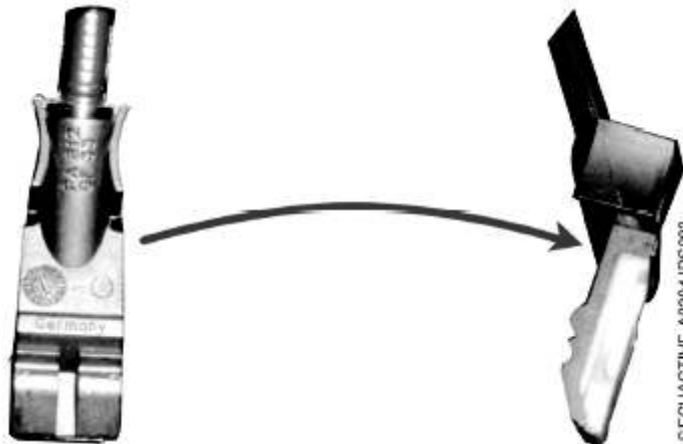
- 1 Magnet. 3 Masa polară.  
2 Linii de câmp magnetic. 4 Tinta.

Captorul pasiv nu este alimentat. El funcționează după principiul inducției. Captorul conține doi magneți permanenți și o înfășurare (bobină). Fluxul magnetic se modifică datorită trecerii dinților coroanei dințate, iar variația câmpului magnetic care traversează bobina generează o tensiune alternativă sinusoidală a cărei frecvență este egală cu viteza rotii. Avem nevoie de o anumită viteză de defilare a dinților (viteză roată) pentru a se obține un semnal de formă cvasisinusoidală la bornele traductorului (în general o viteză de 5 – 10 km/h).

**Frecvența și amplitudinea semnalului sunt variabile cu viteza de rotație!**

**Numai amplitudinea semnalului se modifică odată cu întrefierul!**

### *Captorii active(6.12)*



Captorii activi sunt alimentați de către calculator. Ei funcționează după principiul măsurării unui câmp magnetic. În corpul captorului se găsește un element sensibil electronic. Fluxul magnetic este modificat prin defilarea dinților unei coroane dințate.

Variația câmpului magnetic care traversează partea activă a captorului generează un semnal

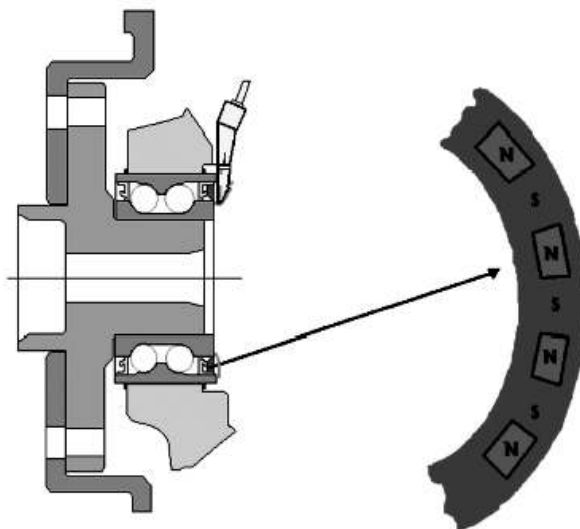
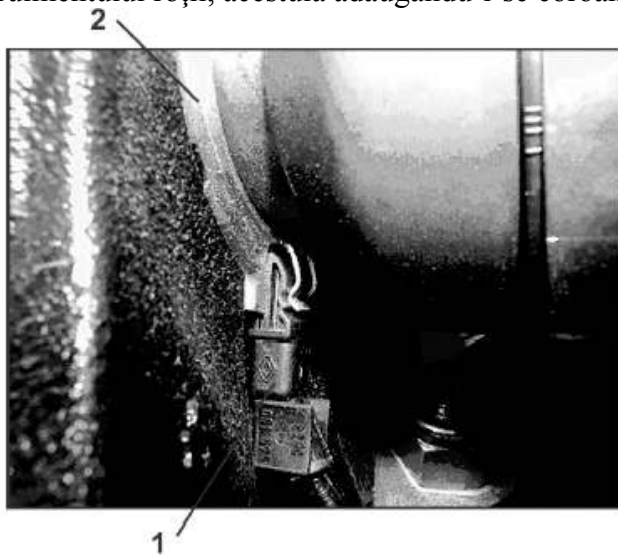
de ieșire rectangulară a cărei frecvență este proporțională cu viteza roții.

**Amplitudinea semnalului este constantă oricare ar fi valoarea de întrefier până la o valoare de întrefier maximă. La aceasta valoare de întrefier maximă, semnalul corespunde unei viteze a roții egală cu zero.(6.13)**

Pe vehicule pot fi montate două tipuri de coroană dințată – clasice (roți fonice) și magnetice (coroană magnetică). Citirea informației va fi efectuată de către un captor cu efect HALL pentru o coroană clasică sau de către un captor MAGNETO-REZISTIV pentru cealaltă. Cu ajutorul acestor captori se pot citi viteze ale roților de până la 0 km/h !



Montarea pe vehicul a unui captor cu efect magneto-rezistiv presupune o modificare la nivelul rulmentului roții, acestuia adăugându-i-se coroana (ținta) magnetică.(6.13)



Captorul (1) este fixat în fața ținte magnetice grație unui inel de fixare (2) montat pe fuzetă. Aceasta permite ca întrefierul între captor și ținta magnetică să rămână constant.

Ținta magnetică se prezintă sub forma unei succesiuni de poli Nord și Sud. La fiecare

inversare a polilor prin fața captorului, se inversează și câmpul magnetic. Aceasta creează o modificare a intensității câmpului.

Calculatorul ABS furnizează informația de viteză tuturor calculatoarelor cu care se află în interconexiune (tablou de bord, UCE injecție, regulator de viteză, direcție asistată variabil...) astfel:  
-prin rețeaua multiplexată,  
-printr-o legătură filară pentru sistemele neincluse în rețeaua multiplexată.

Pentru aceasta, este necesar ca calculatorul de ABS să învețe cu precizie circumferința anvelopelor. De aceea se programează indexul tahimetric.

Această informație va duce la suprimarea captorului clasic de viteză situat la nivelul cutiei de viteze. Calculul vitezei automobilului se face pe baza vitezelor roților și a anvelopelor utilizate.

### SISTEMUL ABS

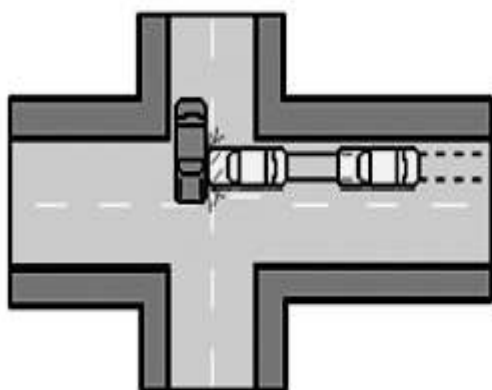


Doi mari constructori furnizează sisteme ABS la RENAULT :

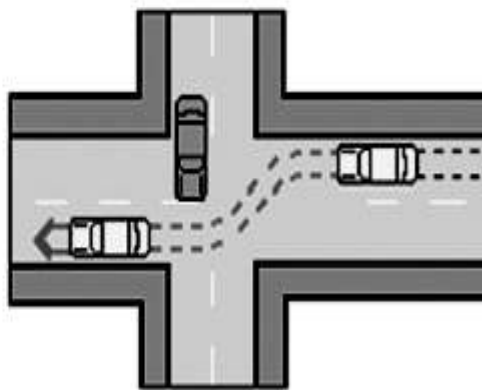
- BOSCH (exemplu : *RENAULT Clio II, Mégane II...*).

- CONTINENTAL TEVES (exemplu : *RENAULT Laguna II, RENAULT VelSatis...*).

ABS-ul este considerat de marele public ca un dispozitiv esențial de securitate activă, dar funcționarea și rolul său au rămas încă slab cunoscute.

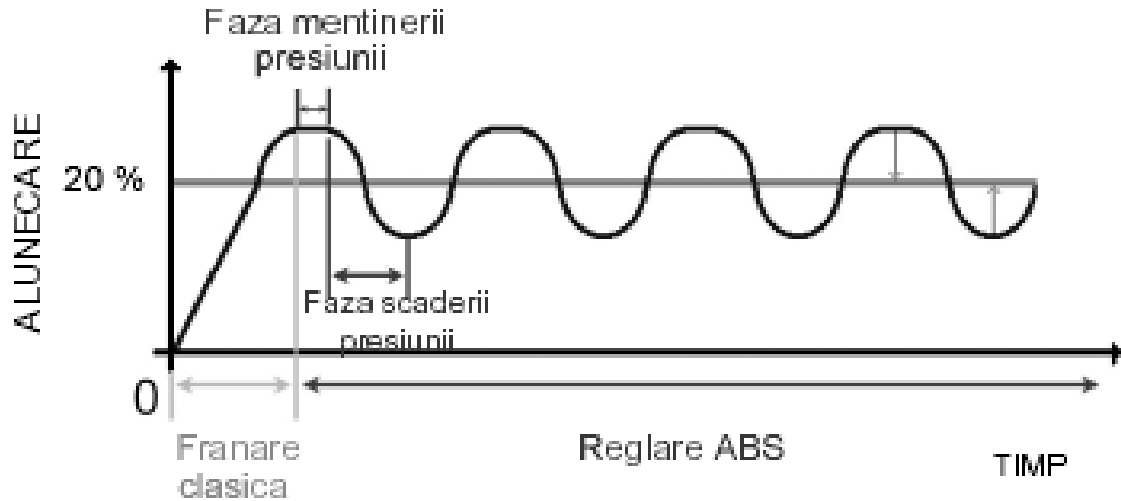


FARA ABS



CU ABS

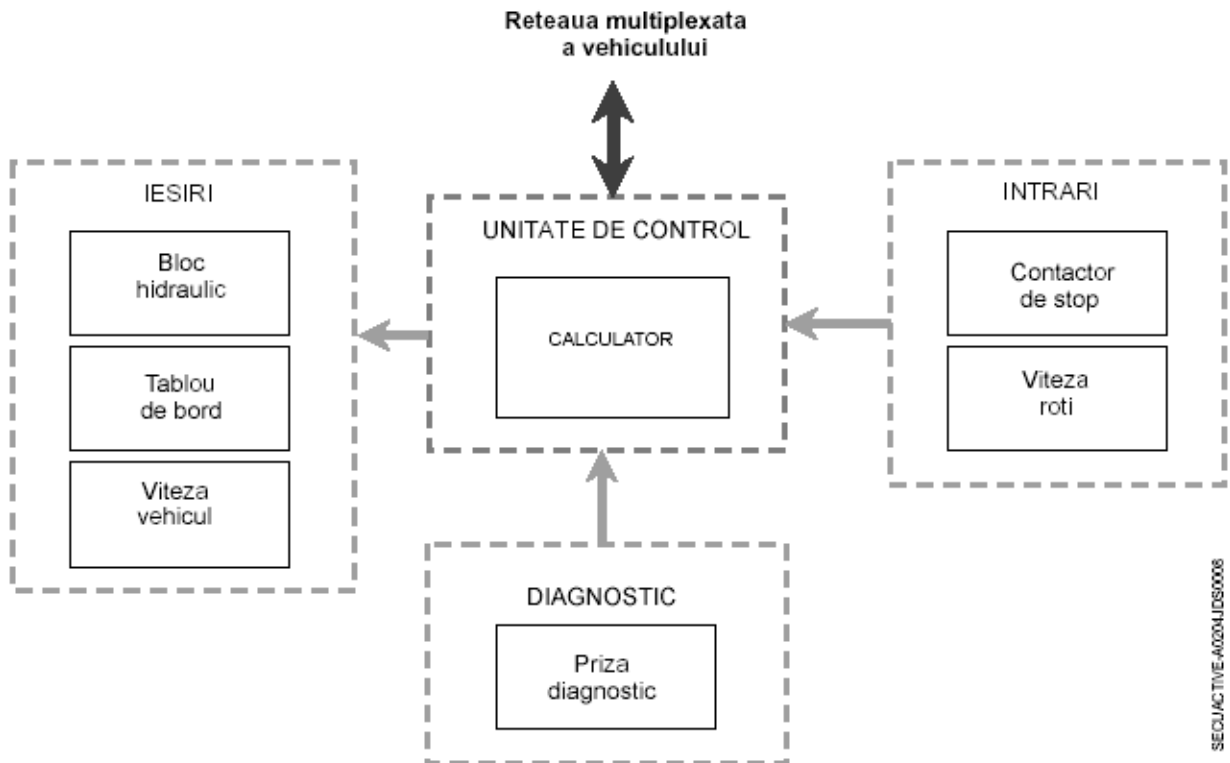
Prima funcție a ABS-ului este de a permite conducătorului să conserve capacitatea direcțională a vehiculului său, chiar și în situațiile de frânare de urgență.  
Cum funcționează el ?



Sistemul ABS trebuie să păstreze, în timpul unei frânări puternice, o alunecare de ordinul a 20 %. Pentru a face aceasta, el încearcă să mențină presiunea de frânare constantă de îndată ce alunecarea ajunge la această valoare (într-adevăr, de la un anumit prag al alunecării, capacitatea direcțională a vehiculului este foarte mult diminuată).

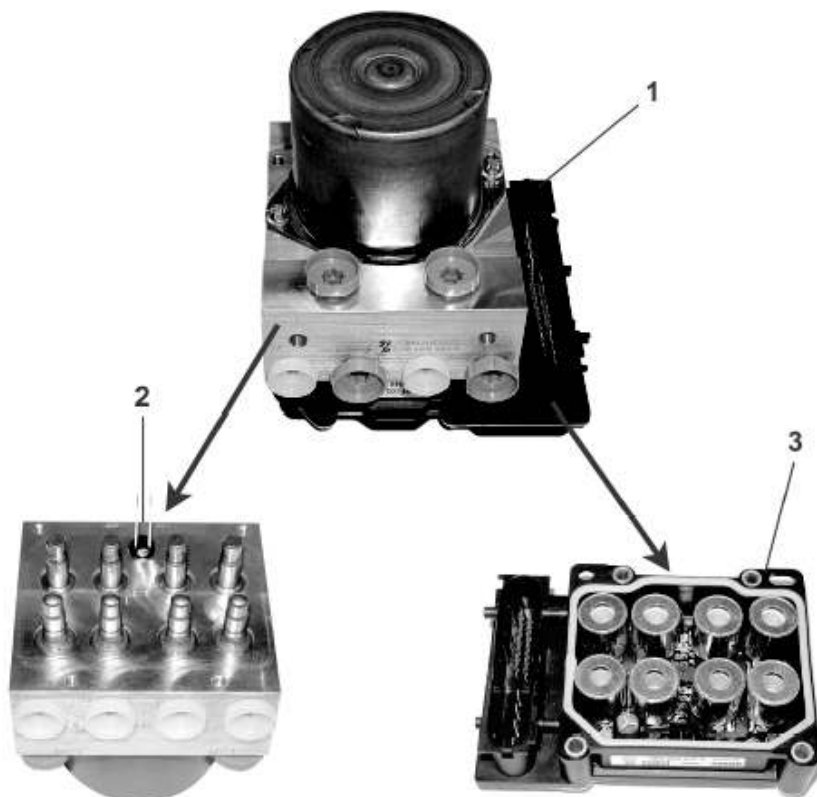
Apoi, dacă alunecarea continuă să crească, va scădea presiunea de frânare pentru a readuce alunecarea sub 20 %. Și astfel se desfășoară toată faza de reglare. Scopul este de a reduce la maximum oscilațiile.

### Sinoptica



SECURACTIVE-40204U\_DS0008

## Blocul ABS



Blocul ABS (1) este compus din :

-Grupul hidraulic (2) (electrovane, pompă hidraulică, motor de pompă, acumulator de joasă presiune, clapetă de anti-retur).

-Calculatorul (3).

Aceste două elemente, după model, pot fi înlocuite independent.

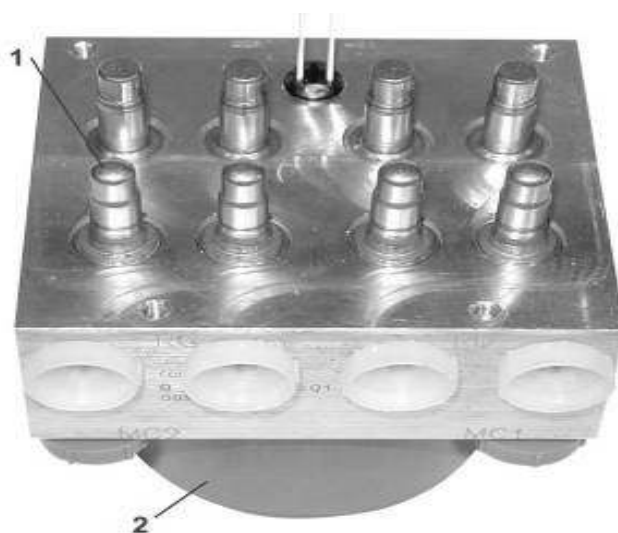
### *Grupul hidraulic*

Grupul hidraulic conține :

- cele opt electrovane ale roților (1),
- pompa hidraulică (2).

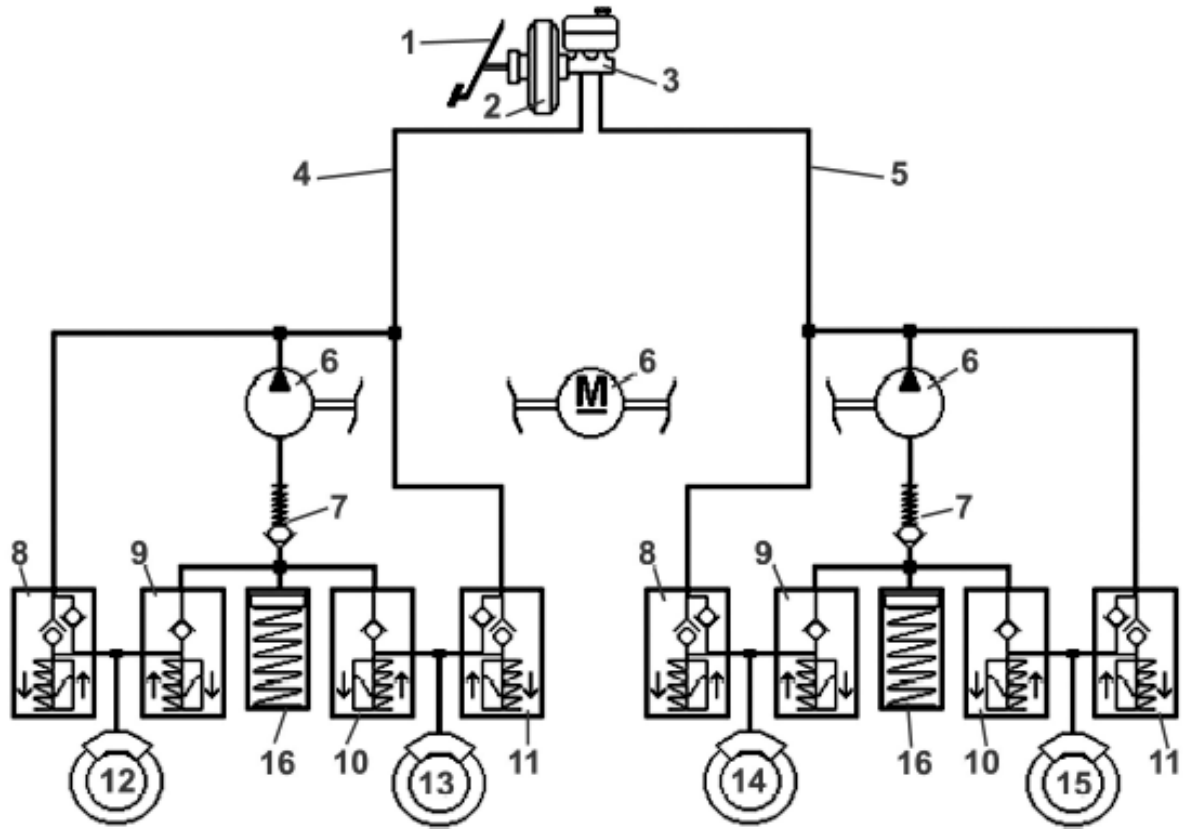
Fiecare roată dispune de două electrovane :

- una de admisie deschisă în repaus,
- una de evacuare închisă în repaus.





În repaus, fără a se acționa pedala de frână



1 : Pedală de frână.

2 : Servofrână.

3 : Cilindrul principal și rezervorul de lichid de frână

4 : Circuit primar.

5 : Circuit secundar.

6 : Pompa hidraulică și motorul ei.

7 : Clapetă anti-retur.

8 : Electrovalve de admisie față stânga / dreapta.

9 : Electrovalve de evacuare față stânga / dreapta.

Notă : Circuitul de frânare este în X.

10 : Electrovalve de evacuare spate stânga / dreapta.

11 : Electrovalve de admisie spate stânga / dreapta.

12 : Roată față stânga

13 : Roată spate dreapta.

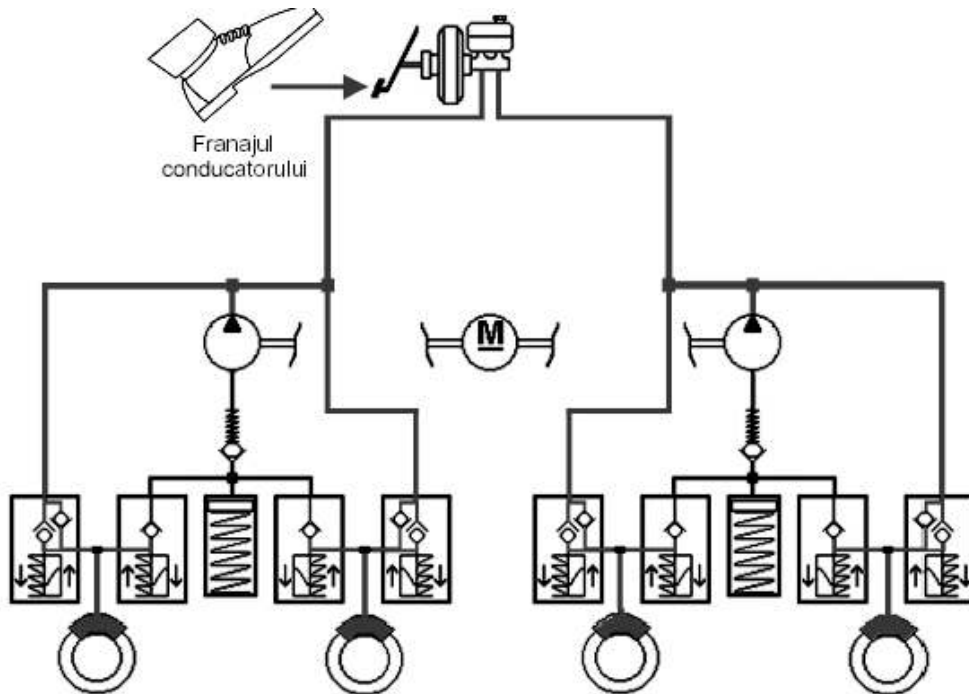
14 : Roată față dreapta.

15 : Roată spate stânga

16 : Acumulatori de joasă presiune.

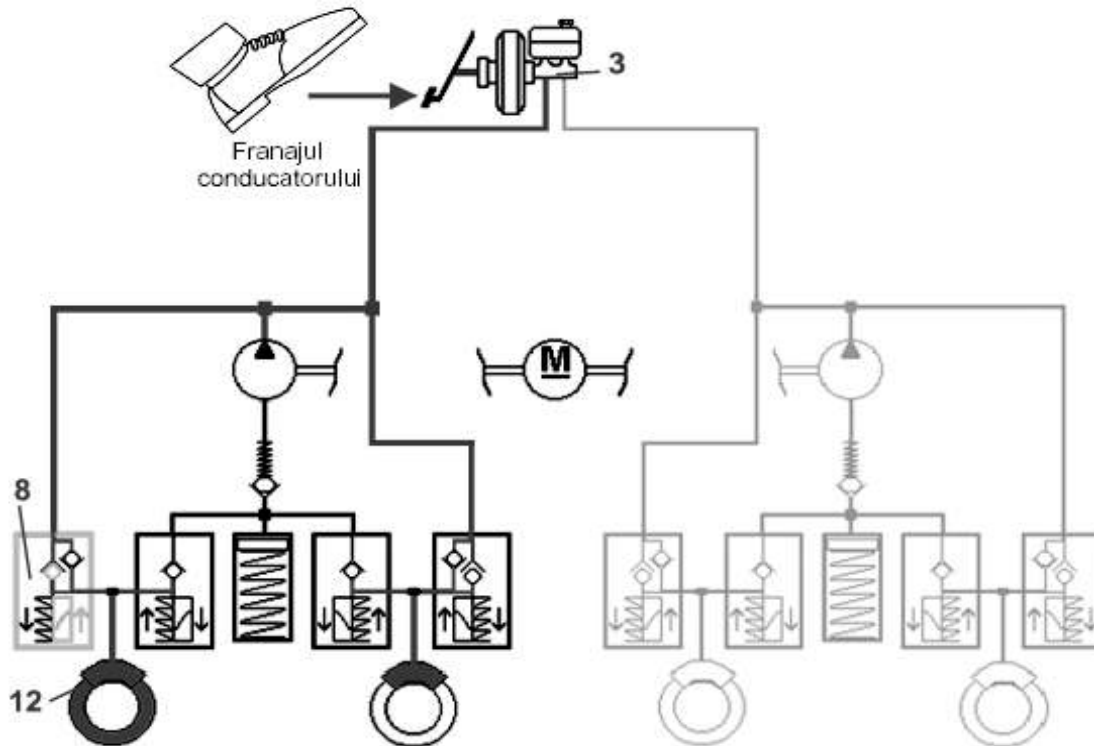
În poziția de repaus, clapetele centrale ale cilindrului principal sunt deschise făcând legătura dintre camerele din amonte și din aval. Electrovalvele de admisie sunt deschise, electrovalvele de evacuare sunt închise. Pompa hidraulică este oprită.

## Frânarea clasică



Prin acționarea pedalei de frână cu ajutorul piciorului se stabilește o presiune hidraulică uniformă în ambele circuite și se determină un cuplu de frânare proporțional cu efortul aplicat. Electrovalvele și pompa rămân în repaus.

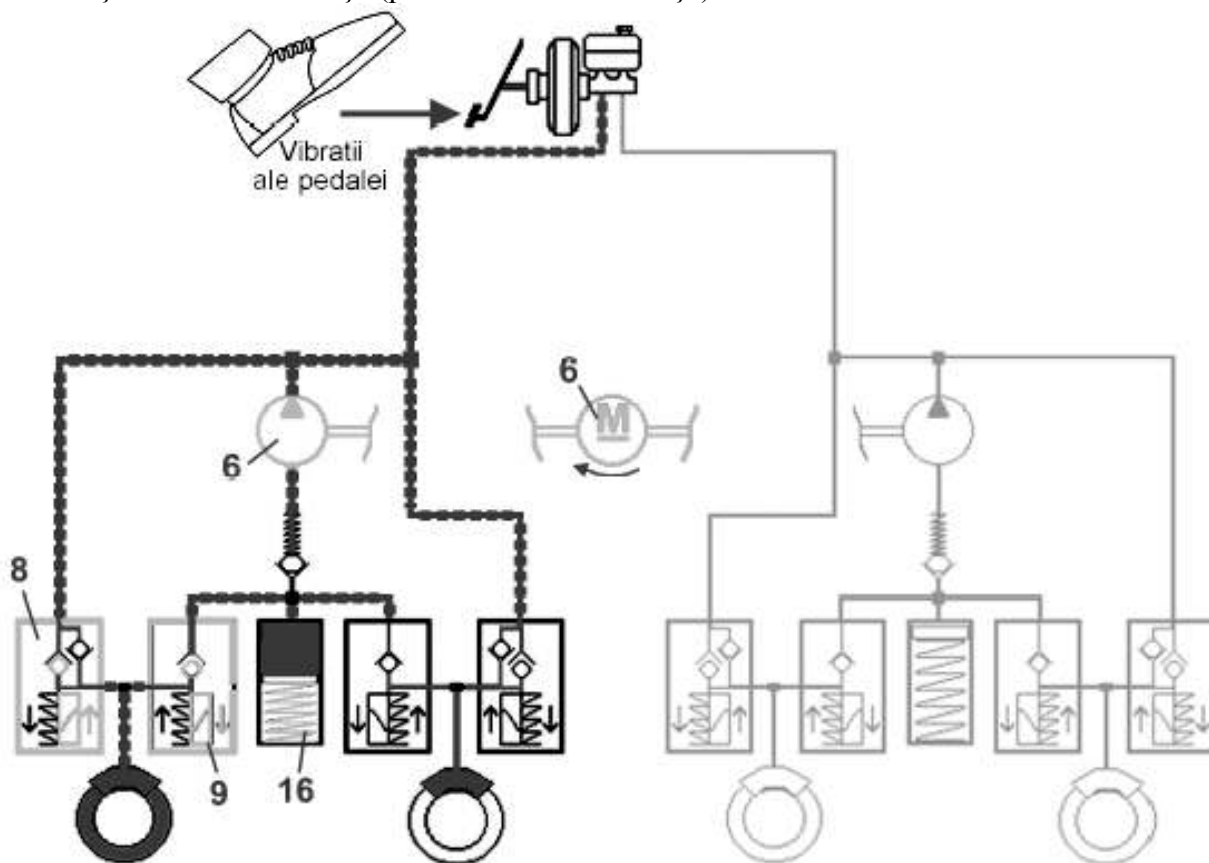
### Frânarea cu reglare : faza de menținere a presiunii



În cazul în care alunecarea roții a depășit pragul, calculatorul pilotează electrovana de admisie (8), închizând-o, și astfel se izolează cilindrul principal (3) de etrierul (12) al roții. Creșterea presiunii de frânare în frână devine imposibilă.

### Frânarea cu reglare : faza de scădere a presiunii

Această fază nu intervine decât dacă efectul fazei de menținere a presiunii n-a fost suficient pentru a evita creșterea alunecării roții (pericol de blocare a roții).



Electrovana de admisie (8) rămâne închisă. Simultan, electrovana de evacuare (9) se deschide și pompa hidraulică (6) se pune în funcțiune.

Scăderea presiunii se efectuează instantaneu grație acumulatorului de joasă presiune (16). Acțiunea pompei permite să refuleze lichidul înmagazinat în acumulator spre cilindrul principal. Acumulatorii de joasă presiune servesc doar pentru a absorbi creșterile de debit în timpul căderii de presiune.

Pompa refulează lichidul de frână din acumulatorii de joasă presiune spre circuitul de frânare (cilindrul principal sau cilindrii receptori ai roților, în funcție de faza de funcționare a electrovanelor de admisie).

Deschiderea electrovanelor de evacuare provoacă o coborâre a pedalei, funcționarea pompei generează o ridicare a pedalei de frână. Combinarea acestor două efecte provoacă o mișcare a pedalei care „vibrează” și semnalează conducătorului că o regularizare este în curs.

### Frânarea cu reglare : faza de scădere a presiunii

Electrovana de evacuare se închide și electrovana de admisie se deschide. Cilindrul principal este din nou în legatura cu frâna roții.

Alimentarea hidraulică se efectuează grație cilindrului principal, dar de asemenea prin intermediul pompei în cazul în care acumulatorul nu ar fi gol.

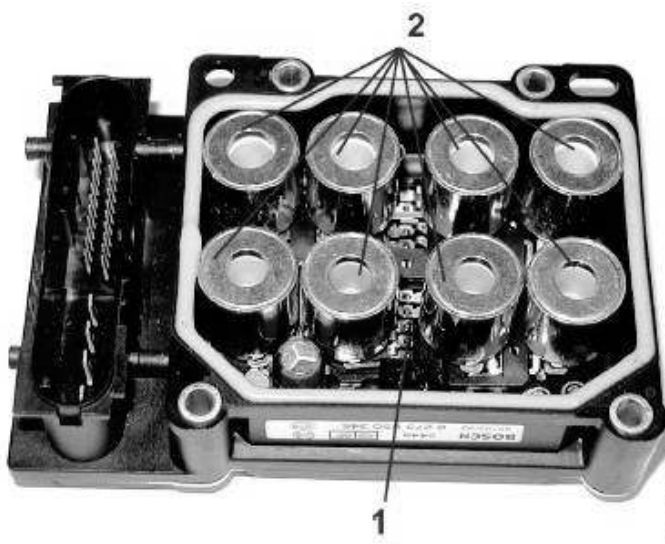
## Reglarea ABS

Distingem trei faze :

- Menținerea presiunii.
- Scăderea presiunii.
- Creșterea presiunii.

Aceste 3 faze (menținere, scădere și creștere de presiune) constituie o reglare ABS. Cu cât numărul de reglări ABS este mai mare, cu atât reglarea presiunii de frânare este mai fină. Sistemele actuale pot face între 30 – 50 de reglări pe secundă.

### *Calculatorul de ABS(6.14*



Calculatorul conține :

- electronica de gestiune a sistemului (1),
- bobinele de comandă ale electrovanelor (2).

Calculatorul de ABS îndeplinește următoarele funcții :

- Reglarea presiunii de frânare.
- Supravegherea componentelor electronice ale sistemului.
- Memorizarea defectelor apărute.

### **Reglarea presiunii de frânare :**

În funcție de informațiile primite de la captorii de viteză ai roților, calculatorul ABS determină alunecarea fiecărei roți. De îndată ce una dintre ele tinde să se blocheze, el comandă atunci electrovanele grupului hidraulic.

Calculatorul comandă electrovanele și pompa hidraulică utilizând :

- Viteza vehiculului : Calculatorul determină viteza vehiculului făcând media vitezelor celor 4 roți. Această medie este numită viteza de referință. Viteza de referință este calculată cu ajutorul informațiilor furnizate de captorii roților, dacă vehiculul este echipat cu 4 captori. Pentru vehiculele echipate cu 2 captori, mai este necesar un captor de accelerație care participă la determinarea vitezei de referință. Pentru vehiculele 4X4, acest tip de captor determină dacă vehiculul este în mișcare.-
- Accelerația și decelerația fiecărei roți : Informațiile măsurate de captor sunt transformate electric și analizate în paralel prin două microprocesoare. După procesare, semnalele de ieșire asigură

comanda electrovanelor și a motorului de pompă. El calculează viteza de referință a vehiculului raportată la decelerația (sau accelerația) roților (captori de viteză ai roților) și în consecință deducând alunecarea.

#### **Supravegherea componentelor sistemului :**

La primul demaraj al motorului, de îndată ce vehiculul depășește o viteză dată (în jur de 10 km/h), calculatorul comandă :

- cele 8 electrovane,
- motorul pompei.

Aceasta permite să se controleze funcționarea grupului hidraulic. Datorită acestei strategii, la nivelul pedalei de frână sunt perceptibile vibrații slabe asemănătoare cu reglarea ABS.

#### **Memorizarea defectelor :**

La punerea contactului, calculatorul testează toate componentele electronice, ca și toate informațiile primite. Aceasta provoacă aprinderea matorului de ABS în tabloul de bord. Dacă nici un defect nu este detectat, matorul se stinge 3 secunde mai târziu.

Când matorul este aprins, calculatorul de ABS nu mai reglează presiunea de frânare, sistemul de frânare redevine unul clasic (pentru ABS-urile de tip adițional).

#### **Aprinderea automată a lămpilor de semnalizare**



În funcție de decelerația calculată de calculator, acesta poate activa aprinderea luminilor de semnalizare timp de câteva secunde, cu scopul de a alerta ceilalți soferi din trafic că vehiculul frânează violent.

O dată pragul de decelerație atins, calculatorul ABS trimite o cerere de aprindere a luminilor de semnalizare Unității Centrale Habitaclu (UCH) prin rețeaua multiplexată a vehiculului. UCH-ul comandă aprinderea, apoi stingerea lămpilor de semnalizare (în mod automat).

#### **Rețeaua multiplexată**

Din ce în ce mai mult, calculatoarele de ABS sunt legate în rețeaua multiplexată a vehiculului. Aceasta permite :

- schimbul mai bun de informații,
- diagnosticul calculatorului

Dacă se efectuează o încercare rutieră cu testerul de diagnostic branșat la calculatorul ABS, pot să survină două situații :

-de la un anumit prag ( $v > 10$  km/h), calculatorul de ABS iese din modul diagnostic pentru a-și relua prestațiile uzuale (Bosch 5.3),

-calculatorul rămâne în modul diagnostic, el nu mai își asigură obligațiile (exemplu Continental Teves MK60).

#### **Vehiculele cu 4 roți motoare**



Pe un vehicul cu 4 roți motoare, apare o problemă suplimentară. Într-adevăr, lanțul cinematic de transmisie leagă roțile între ele. În faza de frînare, aderența la cele 4 roți poate diferi, mai ales pe un sol cu aderență slabă, situație în care una din roți va avea tendința de blocare. Acest lucru va duce și la tendința de blocare a celorlalte roți, în timp ce mașina este în mișcare.

Calculatorul nu va putea analiza blocarea unei roți prin raport cu altă roată și nu va intra în faza de reglare. Este necesară o informație suplimentară pentru a cunoaște decelerația roților în raport cu cea a vehiculului. Se utilizează un captor de accelerație (captor analogic), montat aproape de centrul de greutate al vehiculului. Atunci când viteza unei roți devine din nou semnificativă calculatorul va putea aplica din nou o strategie normală de funcționare.

## **7. Mecatronica sistemului de direcție**

Sistemul de direcție asigură dirijarea autovehiculului pe traiectoria dorită, prin bracarea roților. Sistemul trebuie astfel realizat încât la bracarea roților să apară momente care au tendința de a readuce roțile directoare la traiectoria rectilinie, chiar dacă volanul nu este acționat. Totodată manevrarea sistemului de direcție trebuie să se realizeze ușor și rapid. Pentru revenirea după viraj se aplică măsuri constructive de stabilizare a roților de direcție, care presupun existența unor anumite valori pentru unghiurile pivoților și a roților față de planurile longitudinal și transversal ale autovehiculului. Unghiurile au fost prezentate într-un capitol anterior.

Clasificarea mecanismelor de direcție se face după mecanismul de acționare (cu melc, cu șurub, cu roți dințate) sau după tipul comenzii (mecanica sau cu servomecanism, hidraulic, pneumatic, electric,) asistate sau nu electronic de un calculator separat sau de la unitatea centrală.

### **7.1. Servomecanisme de direcție**

Au rolul de a micșora efortul necesar acționării volanului de către conducătorul auto și este obligatorie folosirea lor atunci când forța la volan este mai mare de 20 daN. -reduce raportul de transmitere unghiular, ceea ce ușurează manevrarea autovehiculului în spații restrânse. Raportul de amplificare al servomecanismului este dat de relația :

$$K_F = \frac{F+F}{v} = \frac{F}{v} + \frac{F}{v}$$

în care :

$F_m$ -este forța suplimentară, adăugată de servomecanism (la autoturisme  $K_F=5$ ) Servomecanismele de direcție trebuie să îndeplinească o serie de condiții ;

- să asigure o corespondența perfectă între unghiul de rotire al volanului și unghiul de bracare al roții ;
- după viraj roțile să revină automat la mersul în linie dreaptă ;
- virarea trebuie să fie asigurată chiar și atunci când servomecanismul nu funcționează -să transmită conducătorului senzația de contact al roții cu drumul ;
- să prezinte siguranța contra vibrațiilor și să le amortizeze.

Principiul de funcționare al unei servodirecții constă în utilizarea unei surse exterioare de energie pentru bracarea roților de direcție, volanul servind doar pentru comanda bracării roților.

În funcție de sursa de energie utilizată, servodirecțiile pot fi  
-hidraulice ; electrice ; mixte.

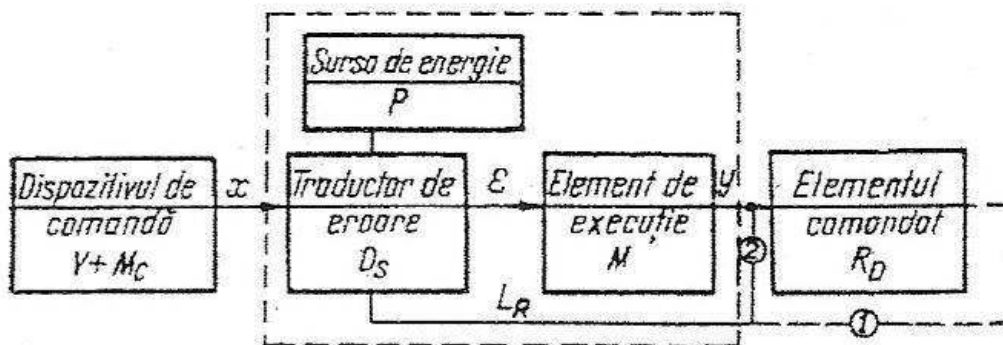
În funcție de tipul legăturii existente între volan și roțile de direcție, servodirecțiile pot fi hidromecanice sau hidraulice pure (hidrostatice).

Atât la servodirecțiile hidraulice cât și la cele electrice, între volan și roțile de direcție pot exista sau nu legături prin elemente mecanice (parghii, tije, etc..). În cazul în care există, acestea asigură legătura și atunci când sistemul hidraulic sau electric se defectează (este folosită la autoturisme, datorită vitezelor mari de rulare). În cazul în care nu există legături mecanice, siguranța se realizează prin dublarea sau chiar triplarea circuitelor (hidraulice sau electrice), care asigură bracarea roților. Circuitele hidraulice simple se utilizează doar la mașinile agricole lente (tractoare, combine, etc..)

Servodirecțiile mai pot fi :

-deschise (fig 1a) : volanul acționează asupra elementului intermediar, iar acesta acționează asupra roților de direcție ( $R_D$ ). Poziția roților depinde de poziția volanului, iar abaterile de la traiectorie se corectează prin acțiunea conducătorului asupra volanului ;

-cu reacție (fig 1b) acestea sunt prevăzute cu o legătură de reacție ( $L_R$ ), care atunci când roțile de direcție se abat de la traiectoria stabilită acționează asupra traductorului de eroare ( $D_S$ ), astfel roțile sunt readuse la traiectoria inițială (fără intervenția conducătorului).



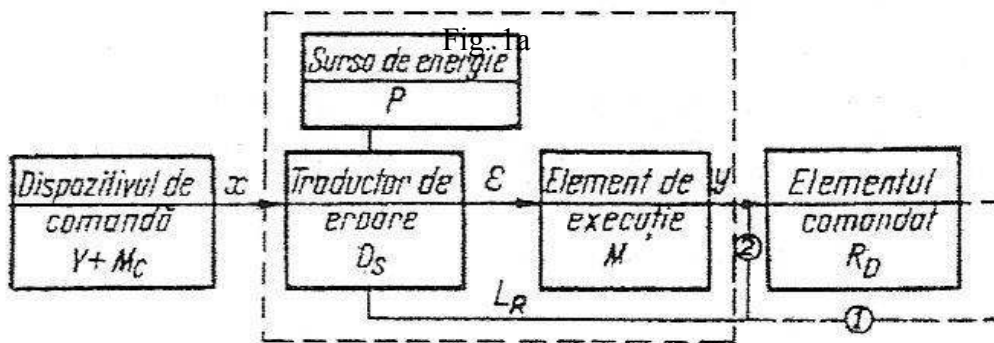


Fig.7. 1b.Tipuri de servodirecții

a-deschise ;b-cu reacție ;V-volan ;M-mecanismul casetei de direcție ;P-sursa de energie(pompa) ;Ds-distribuator ; M-motor de acționare a roților ; RD-roți de direcție ; LR-legatura de reacție. Servodirecțiile hidraulice pot fi hidromecanice(fig.7.2), sau hidraulice pure (fig.7.3)

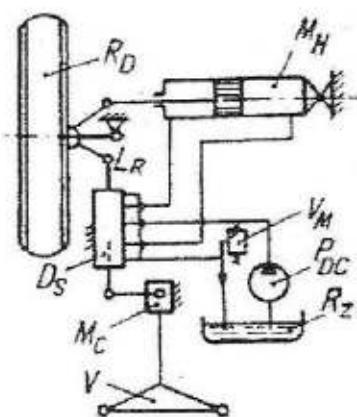


Fig.7.2

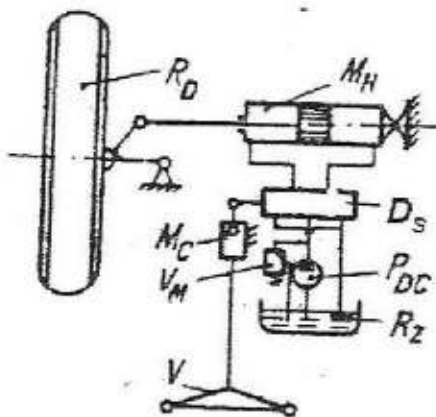


Fig.7.3

La servodirecțiile hidromecanice există legătura de reacție. Se observă că mecanismul de acționare (Mc) acționează atât distribuitorul (Ds) cât și roata de direcție (Rd) prin intermediul legăturii de reacție (LR)care poate fi de exemplu bară longitudinală de reacție. Dacă servodirecția funcționează, rotirea volanului (V) acționează sertarul distribuitorului și trimite ulei la motorul hidraulic (MH), care realizeaza bracarea roții.

Daca roțile se abat de la direcția prestabilita, mișcarea lor se transmite la legătura de reacție LR și prin aceasta la distribuitorul Ds , ceea ce duce la readucerea roților la poziția inițiala , fara acționarea volanului.

În cazul în care partea hidraulică nu funcționează, legătura mecanica asigura bracarea roților, cu cresterea corespunzătoare a efortului la volan.

**7.2. Servodirecțiile hidraulice pure** sunt deschise, neexistând o legătura mecanică între volanul (V) și roata de direcție (Rd), ceea ce inseamna ca orice modificare a direcției prestabilite a roții trebuie corectată din volan. La această servodirecție, distribuitorul (Ds) este astfel construit încât poate prelua și rolul pompei (PDC) in cazul in care pompa iese din funcțiune și se poate realize bracarea roților, inasa cu un efort sporit la volan. Așunci cand legăturile dintre distribuitor și motorul hidraulic sunt defecte, servodirecția (sistemul de direcție) iese din funcțiune, și de aceea nu se utilizeaza decat la mașinile lente. Obișnuit componentele hidraulice formează un singur bloc, comandat electric. Comanda electrică a blocului hidraulic se realizează cu ajutorul servovalvelor.



Servovalvele sunt distribuitoare cu sertare, comandate electric, care furnizează la iesire un debit de lichid proporțional cu mărimea semnalului electric de comandă. Acestea se realizează cu unu, două sau trei etaje hidraulice de amplificarea, ceea ce permite realizarea unor debite de până la 1000 l/min și a unor presiuni de până la 32 MPa. O servovalvă este prezentată în fig. 7.4.

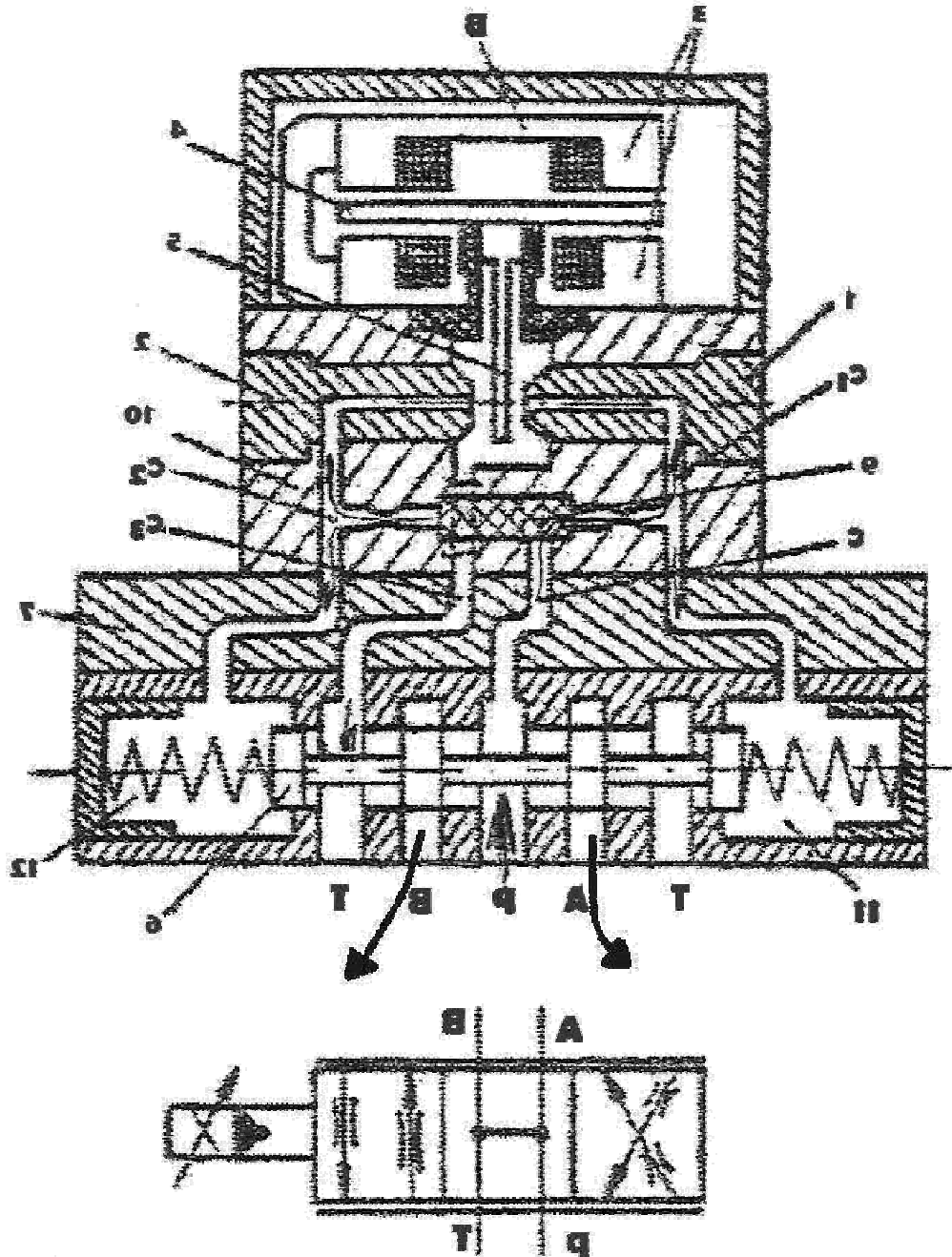


Fig. 7.4. Servovalva

1,2-ajutaje ; 3-piese polare ; 4-miez ; 5-clapetă ; 6-sertar ; 7-distribuitoare ; 8-electromagnet ; 9-filtru ; 10-amplificator ; 11,12-camera de comandă a sertarului.

Servovalva este formată din distribuitorul (7), amplificatorul hidraulic (10) și electromagnetul polarizat (8). Electromagnetul este format din piesele polare (3) între care se poate roti miezul (4), pe care este montată clapeta (5). Când electromagnetul nu este alimentat cu energie electrică, miezul 4 ocupă o poziție de mijloc între magneții permanenți. La alimentarea bobinei, în funcție de sensul și intensitatea curentului, miezul se va roti mai mult sau mai puțin între piesele polare. Pe miezul 4 este montată clapeta 5 care se găsește între ajutajele (1) și (2). Acestea sunt alimentate cu ulei sub presiune din racordul (P) prin canalele C, C<sub>1</sub> și C<sub>2</sub>. Canalele C<sub>1</sub> și C<sub>2</sub> comunică și cu spațiile 11 și 12 care asigură acționarea hidraulică a sertarului 6.

Cât timp clapeta 5 este la egală distanță de ajutajele 1 și 2 – bobina nefiind alimentată cu energie electrică – debitele de ulei care ies prin cele două ajutaje sunt egale, presiunile din canalele 1 și 2 fiind egale. Ca urmare sertarul 6 este pe poziție neutră. La alimentarea cu energie electrică a electromagnetului poziția clapetei 5 se modifică, apropiindu-se mai mult de un ajutaj, și, evident, departându-se de celălalt. Ca urmare se schimbă debitele și presiunile din canalele 11 și 12 încât sertarul 6 își schimbă poziția direct proporțional cu poziția clapetei 5. Cursa sertarului este direct proporțională cu diferența de presiune, deci cu intensitatea curentului ce parcurge bobina electromagnetului. În funcție de cursă sertarului 6 se modifică secțiunile de trecere a lichidului de lucru către racordurile A și B, realizându-se astfel modificarea debitului trimis către motorul hidraulic.

### 7.3. Servodirecțiile electrice

Servodirecțiile electromecanice utilizează un motor electric pentru amplificarea forței necesare brăcii roților, fiind formate din :

- motor electric de acționare, -reductor,
- traductor de cuplu.

Ansamblul motor-reductor-traductor de cuplu poate fi montat pe arboreal volanului (fig.7.5), sau pe arboreal de intrare al mecanismului de acționare (de tip pinion și cremalieră) (fig.7.6.).

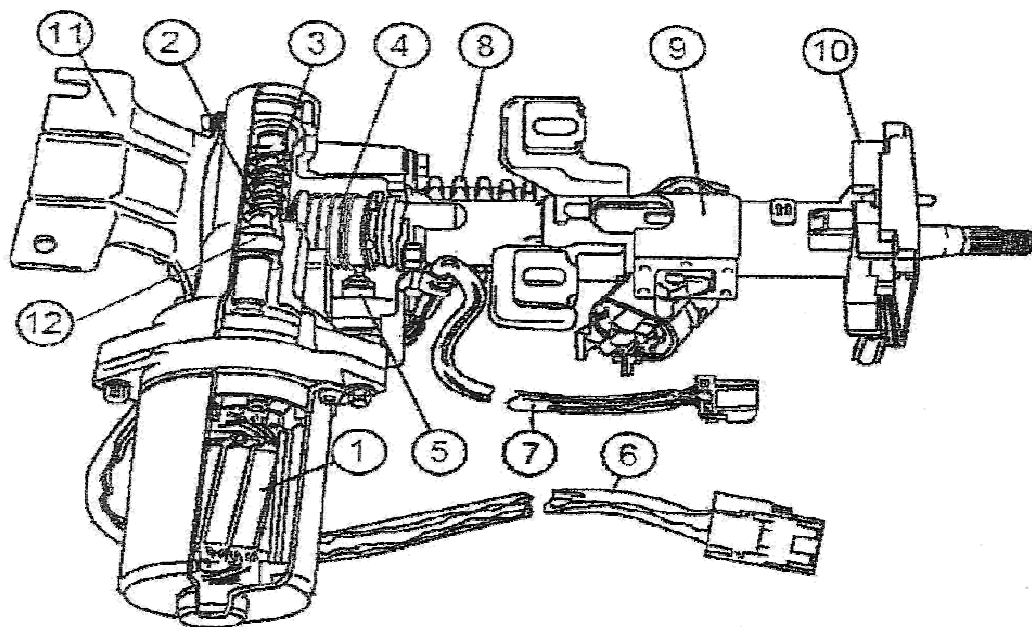


Fig. 7.5. Servodirecție electro-mecanică (ansamblul motor-traductor de cuplu) 1-motor electric ; 2-melc ; 3-roată melcată ; 4-traductor de cuplu; 5-conexiunile traductorului de cuplu; 6,7-legături electrice ; 8-coloană deformabilă ; 9-ansamblul chei de contact ; 10- ansamblul comutatoarelor ; 11-support de prindere ; 12-cuplaj elastic.

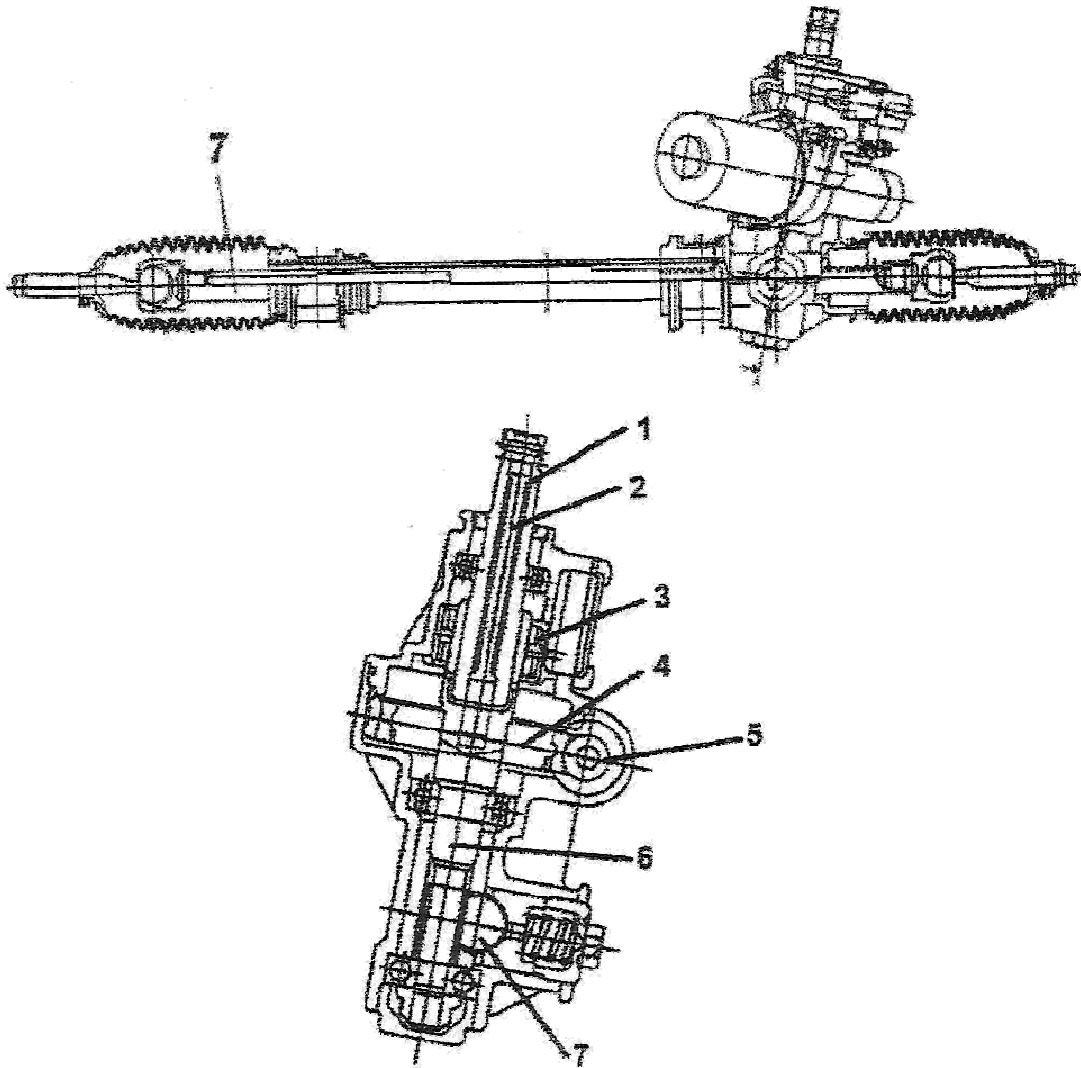


Fig. 7.6. Servodirecție electromecanică montată pe mecanismul de acționare a direcției

1-arborele volanului ; 2-arc bara de torsiune ; 3-traductor de cuplu ; 4-roata melcată ; 5-melc ; 6-arborele pinionului ; 7-cremalieră.

La varianta din fig.5, motorul electric 1 acționează asupra arborelui volanului prin intermediul unui angrenaj format din melcul 2 și roata melcată 3. Cuplul dezvoltat de motorul electric depinde de cuplul cu care soferul acționează asupra volanului, preluat de către traductorul de cuplu 4. Roata melcată se va roti cu un cuplu mai mare sau mai mic, și antrenează cremaliera prin diverse mecanisme.

La soluția din fig.6 ansamblul motor electric-redactor-traductor de cuplu este montat pe arborele pinionului mecanismului de acționare.

Traductorul de cuplu (fig.7.7) este de obicei cu inductanța variabilă.

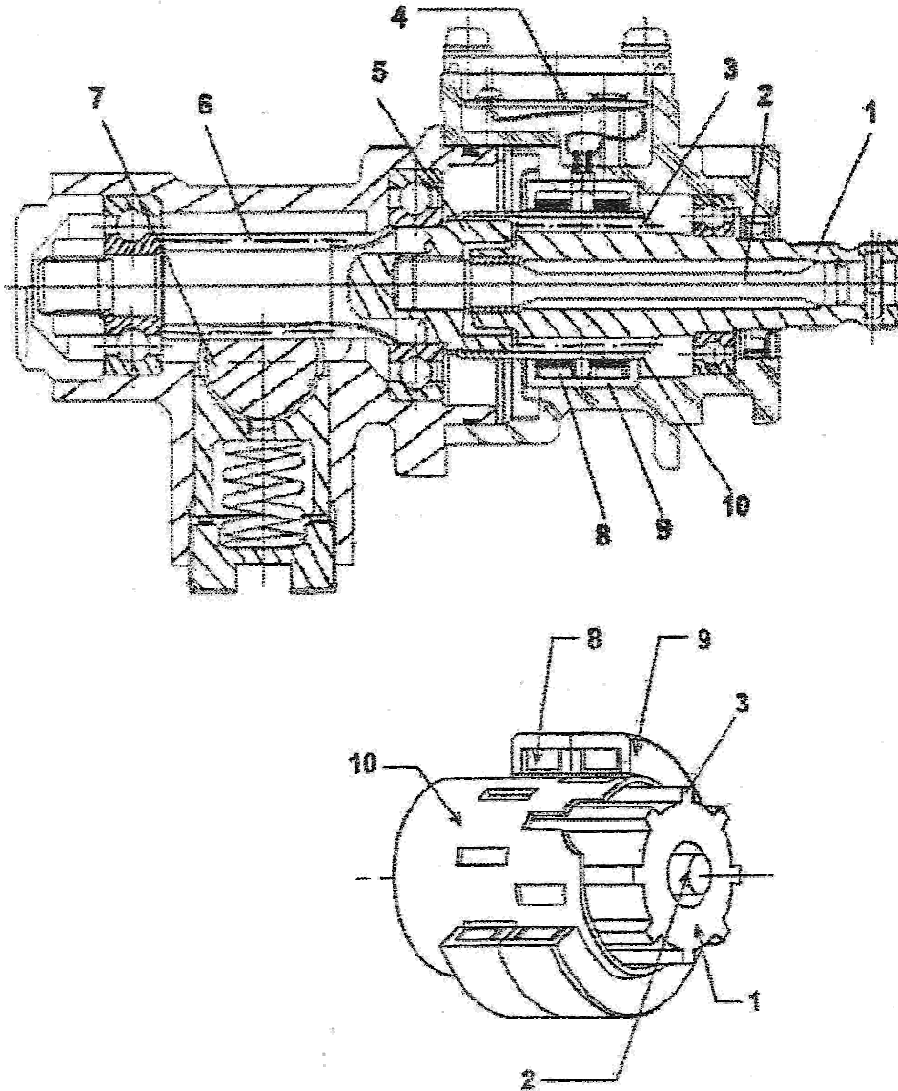


Fig.7.7. Traductor inductiv de cuplu

1-arborele volanului ; 2-arc bară de torsiune ; 3-caneluri ; 4-bloc electronic ; 5-arborele pinionului ; 6-pinion ; 7-cremalieră ; 8-bobine ; 9-miez magnetic ; 10-cilindru de aluminiu.

Traductorul este format din :

- canelurile 3 , realizate direct pe arborele volanului ;
- cilindru de aluminiu ,10, solidar cu arborele 5 al pinionului 6 ;
- bobinele 8, montate în miezul magnetic 9.

Legătura dintre arborii 1 și 5 este realizată de arc bară de torsiune 2.

La acționarea volanului apare o mișcare unghiulară relativă între arborii 1 și 5, datorită arcului bară de torsiune 2. Acest decalaj este proporțional cu momentul de torsiune aplicat prin rotirea volanului.

Acest decalaj se manifestă și între canelurile 3 de pe arborele volanului și piesa cilindrică 10, ceea ce face ca inductanțele bobinelor 8 să se modifice în funcție de cuplul aplicat volanului. Prin blocul electronic se comandă cuplul cu care este acționat pinionul 6 care transmite cremaliera 7.

### Servodirecțiile electrice pure

Comparativ cu servodirecțiile electromecanice prezintă o serie de avantaje ;

-nu există o legătură mecanică între volan și roți ;  
-dispare coloana volanului- ceea ce reprezintă un spațiu în plus și se reduce pericolul de accidentare pentru picioare ;

-există posibilitatea obținerii unui raport de transmisie variabil, după o lege prestabilită, între mișcarea volanului și bracărea roților, prin intermediul blocului electronic de comandă ;

-îmbunătățirea comportării automobilului în viraje ;

-amplasarea ușoară a volanului în stânga sau în dreapta, fără modificări importante.

Un sistem electric de acționare a direcției este realizat, în principiu, după schema din figura 7. 8.

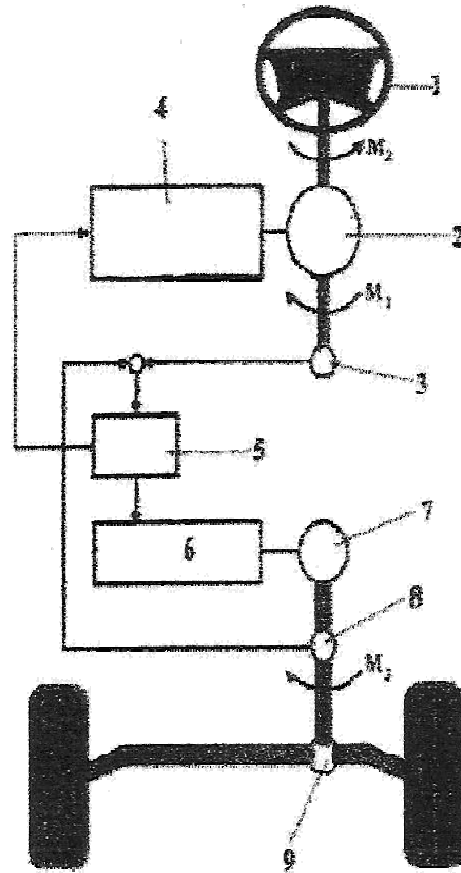


Fig. 7.8. Schema sistemului electric de acționare a direcției

1-volan ; 2,7-motore electrice ; 3,8-traductoare unghi-cuplu ; 4,6-blocuri electronice de comandă a motoarelor ; 5-bloc electronic ; 9-mecanism de acționare cu pinion și cremalieră ;  $M_1$ -cuplul de acționare a volanului de către conducător ;  $M_2$ -cuplul rezistent ;  $M_3$ -cuplul mecanismului de acționare.

Pentru efectuarea unui viraj, conducatorul acționează asupra volanului 1 ; traductorul 3 furnizează blocului electronic 5 informații privind cuplul de acționare al volanului, unghiul de rotire al acestuia și viteza unghiulară. Blocul electronic 5 are următoarele funcții :

-prin intermediul blocului de comanda 6 pune în funcțiune motorul electric 7, care rotește pinionul mecanismului de acționare, în funcție de viteza autovehiculului, unghiul și viteza de rotire a volanului;

-prin intermediul blocului de comanda 4 acționează asupra motorului electric 2, ce aplică un cuplu rezistent  $M_2$ , volanului 1, creând senzația de de contact al roților cu drumul.

Cuplul  $M_2$  depinde de cuplul rezistent  $M_3$  la nivelul pinionului mecanismului de acționare și unghiul de rotire al acestuia, informații asupra acestor marimi fiind furnizate blocului electronic 5 de către traductorul 8. Pentru a se evita pericolul rasturnării autovehiculului în curbă, la unele sisteme de direcție electrice cuplul rezistent la volan este proporțional cu pericolul de rasturnare, în acest scop definindu-se coeficientul de rasturnare ;

$$r = \frac{Z_{1d} - Z_{1s}}{Z_{1d} + Z_{1s}}$$

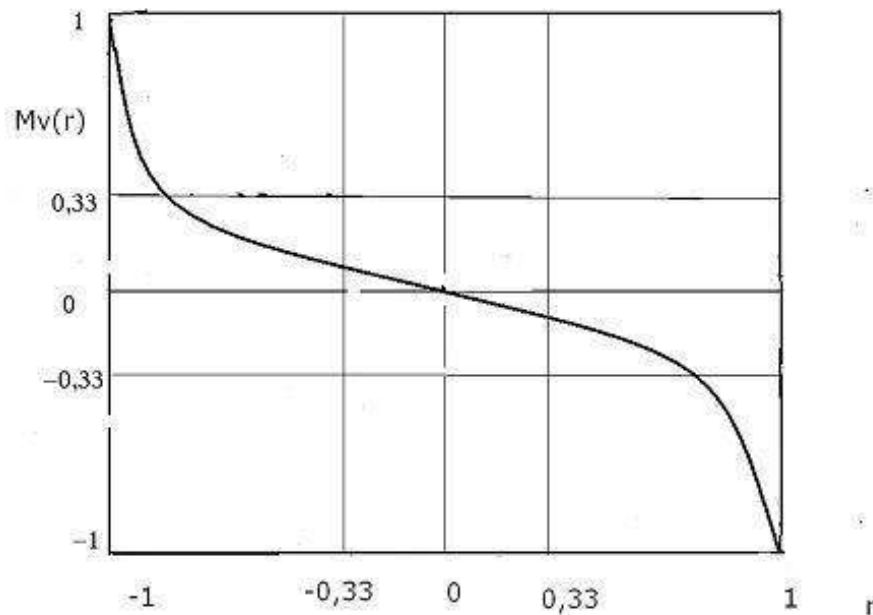
$Z_{1d}$  și  $Z_{1s}$  fiind reacțiunile verticale asupra roții din dreapta, respectiv stanga. Coeficientul  $r$  (de rasturnare) poate avea următoarele valori:

$r = -1$ , dacă roata din dreapta se ridică de pe calea de rulare (pericol de rasturnare laterala),

$r = 1$ , dacă roata din stanga se ridică de pe calea de rulare (pericol de rasturnare laterala),  
 $-1 < r < 1$ , dacă ambele roți sunt pe calea de rulare.

Blocul electronic realizează o lege de variație a cuplului necesar acționării volanului după relația :

$$M_V = e^{-\varepsilon(r+1)} - e^{-\varepsilon(-r+1)}, \text{ unde } \varepsilon = \text{cst. Pentru } \varepsilon = 5, \text{ graficul este;}$$



Se observa că la creșterea pericolului de rasturnare momentul la volan crește exponențial, rotirea volanului fiind cu atât mai ușoară cu cât pericolul de rasturnare tinde spre zero. Principalele probleme care apar la utilizarea servodirecțiilor electrice sunt fiabilitatea și siguranța în exploatare. Acestea trebuie să fie cel puțin egale cu cele ale sistemelor de direcție mecanice. De aceea se impune :

-orice defecțiune a unei componente a sistemelor electrice și electronice trebuie imediat semnalizată ;

-utilizarea unui sistem redundant(dublarea sau chiar triplarea elementelor critice: traductoarele volanului și mecanismului de acționare, a blocurilor electronice de acționare a motoarelor, a motorului mecanismului de acționare) , astfel încât la defectarea unui element, un altul să îi preia funcțiile (fig.7.9).

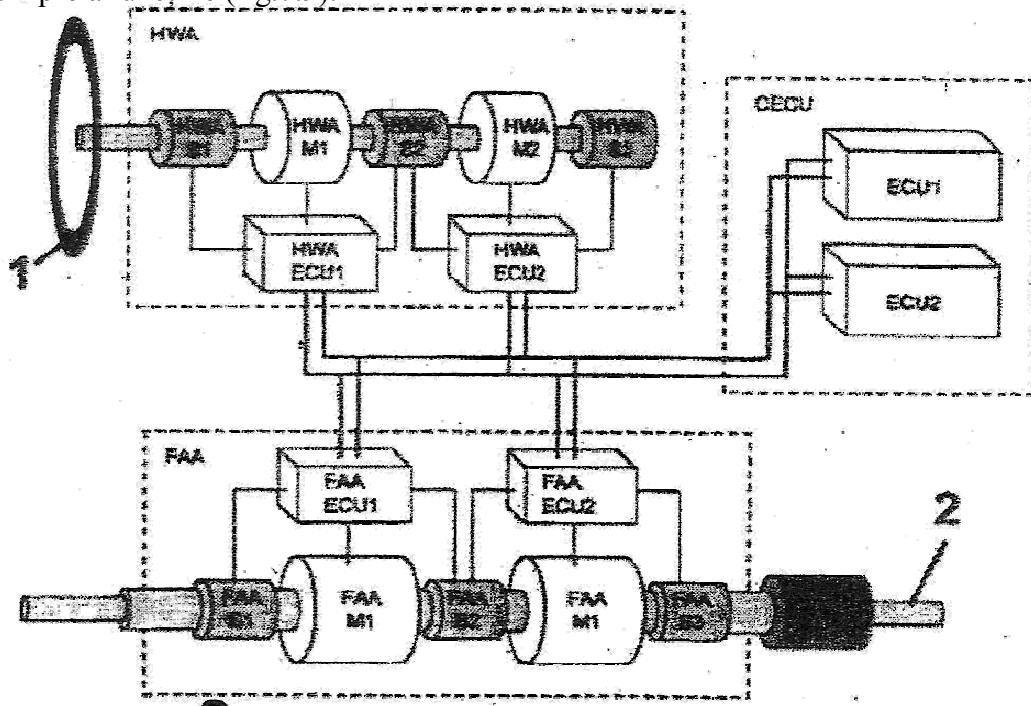


Fig.7.9. Servodirecție electrică cu redundanță

HVA-ansamblul volanului; FAA-ansamblul mecanismului de acționare a direcției;

CECU-unitatea electronică centrală; S<sub>1</sub>...S<sub>3</sub>-traductori unghi-cuplu; M<sub>1</sub>...M<sub>2</sub>-motoare electrice ; ECU<sub>1</sub>, ECU<sub>2</sub>-blocuri electronice.

Creșterea fiabilității servodirecției electrice se poate obține prin dublarea acesteia cu un sistem hidraulic. Se obțin astfel sistemele de direcție asistată.(fig.7.10)

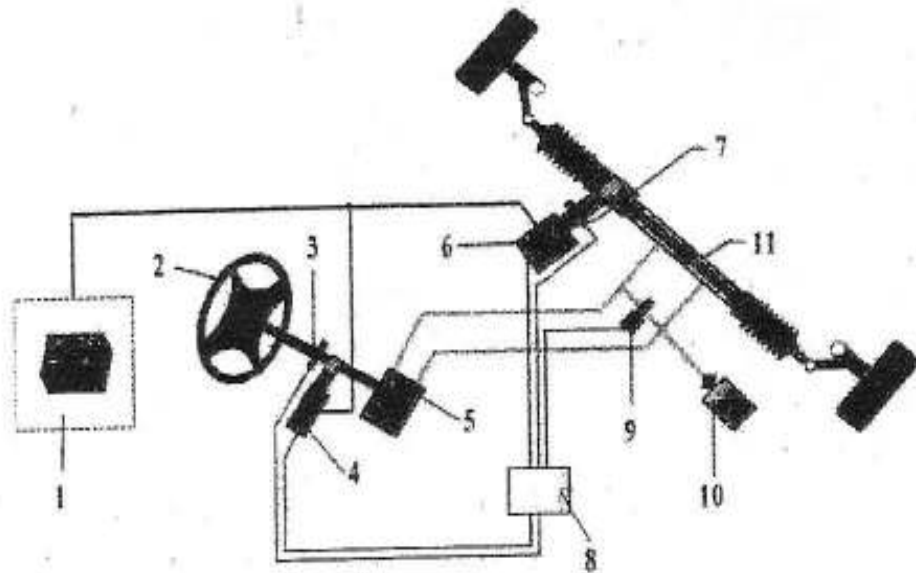


Fig. 7.10. Servodirecție electrică, asistată hidraulic

1-sistem electric de 42 V ; 2-volan ; 3, 7-traductoare unghi-cuplu ; 4, 6-motoare electrice ; 5-pompă ; 8-unitate electronică ; 9-supapă de by-pass ; 10-acumulator hidropneumatic ; 11-hidromotor.

La această soluție sistemul electric este ca cel anterior, iar partea hidraulică este reprezentată de pompa hidraulică 5, acționată de către volan, hidromotorul 11, incorporate în construcția mecanismului de acționare, de supapa de by-pass 9 și de acumulatorul hidropneumatic 10.

Atata timp cât servodirecția electrică funcționează normal, supapa 9 este deschisă și permite circulația uleiului de pe o față pe alta a hidromotorului 11. Dacă partea electrică iese din funcțiune, unitatea electronică 8 comanda închiderea supapei 9; ca urmare prin rotirea volanului și prin acționarea pompei 5 lichidul din instalația hidraulică este trimis către hidromotor, asigurându-se bracărea roților.

Acumulatorul hidropneumatic 10 are rolul de a menține constantă presiunea din sistemul hidraulic. Acumulatorul este prevăzut cu un senzor de presiune care semnalizează momentul în care pierderile pot periclita funcționarea sistemului de direcție. Pentru a se evita situațiile periculoase date de blocarea motoarelor sistemului de direcție se preferă utilizarea motoarelor pas cu pas sau cu reluctanța variabilă, întrucât acestea sunt mai fiabile și mai simple. La aceste motoare nu există legături electrice între stator și rotor (acesta este un magnet permanent la motoarele pas cu pas și un cilindru cu caneluri la motoarele cu reluctanță variabilă). Comanda și reglarea acestor motoare (turație și cuplu) se realizează prin intermediul unor blocuri electronice cu un grad ridicat de complexitate, care asigură funcționarea motoarelor chiar și la întreruperea unei înfășurături.



## 7.4. Sisteme de direcție asistată variabil

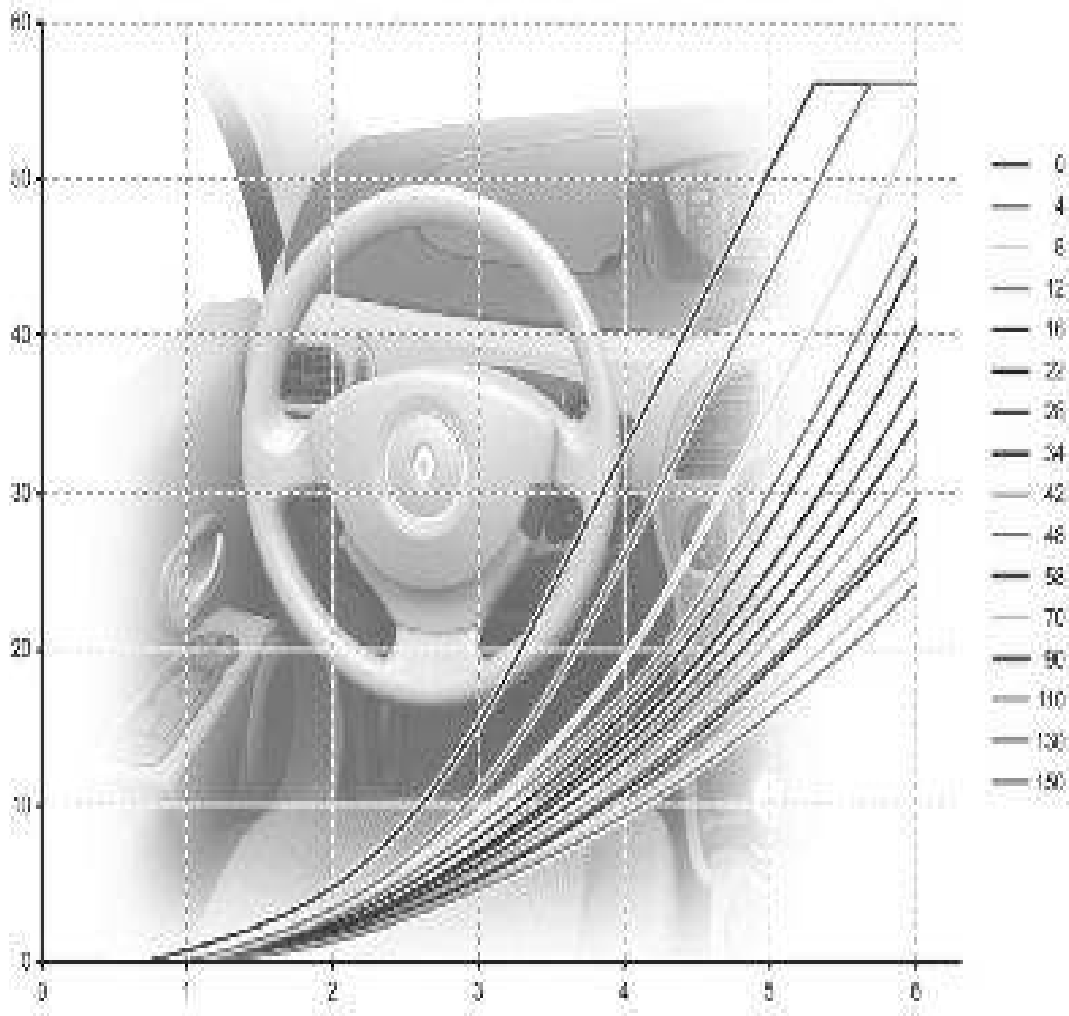
### Introducere

Direcțiile asistate variabil permit obținerea :

- Unei asistențe sporite la manevrele în oras.
- Unei asistențe mai “ferme” odata cu creșterea vitezei vehiculului pentru mărirea preciziei în conducere.

Asistența variază în continuu în funcție de viteza vehiculului și de cuplul aplicat la volan.

Cuplu de asistență(Nm)



Cuplu conductor (Nm)

### Masurarea cuplului si a unghiului volan

Efortul necesar pentru rotirea volanului este un parametru folosit pentru gestionarea asistenței. Anumite sisteme nu utilizeaza decât informația de viteză vehicul.

Un captor plasat pe coloana de direcție masoară cuplul exercitat de șofer și informează calculatorul.

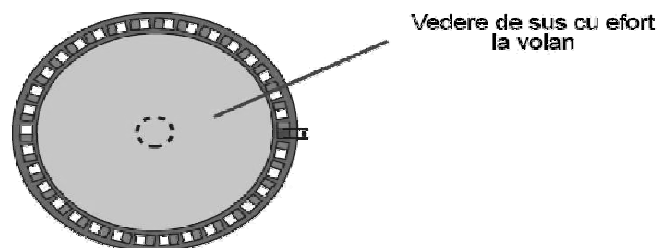
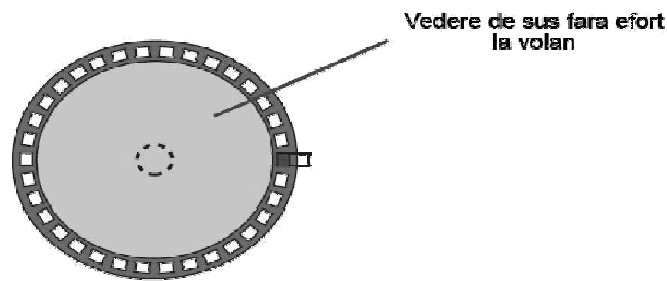
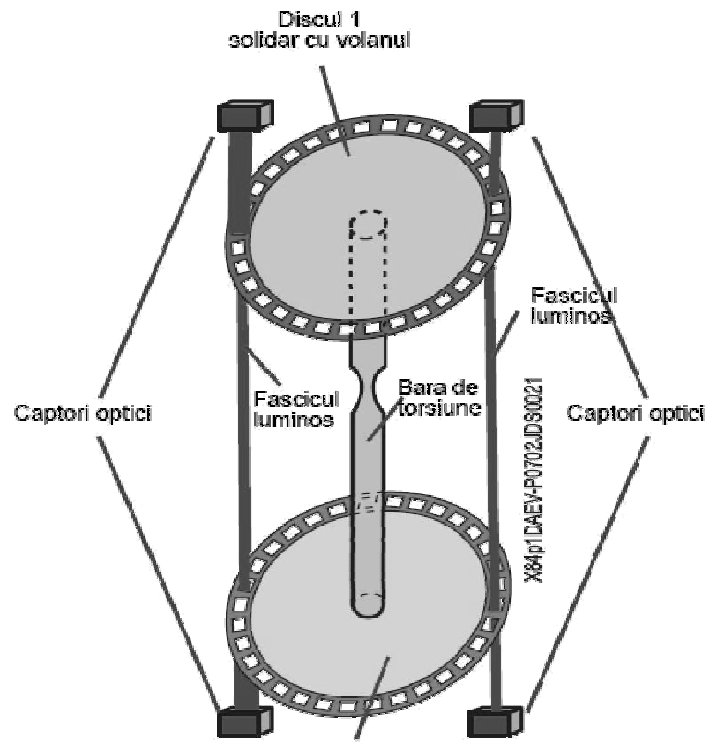
### *Captor optic*

Captorul de cuplu masoara deformația barei de torsiune. Pentru aceasta, doua discuri montate de o parte și de alta a barei de torsiune, prevăzute cu ferestre, sunt traversate de fasciculele celor doi captori optici.

Efortul exercitat de șofer asupra volanului provoacă o diminuare a ferestrei de citire a captorilor optici (suprapunerea discurilor). Această suprapunere este direct proporțională cu nivelul de asistență.

Acest tip de captor permite calculatorului să cunoască și unghiul volan. Calculatorul contorizează numărul de schimbări de ferestre la rotirea discului superior.

Această informație este utilizată pentru strategia de rapel activ al volanului ca și pentru controlul dinamic al traiectoriei - ESP (atunci când vehiculul este echipat)..



### Captor inductiv

Sistemele din prima generație utilizau doi captori inductivi diferiți pentru măsurarea cuplului și a unghiului volan.

Un prim captor integrat în coloana măsoară deformația barei de torsiune pentru determinarea cuplului exercitat asupra volanului.

#### Captorul de unghi volan

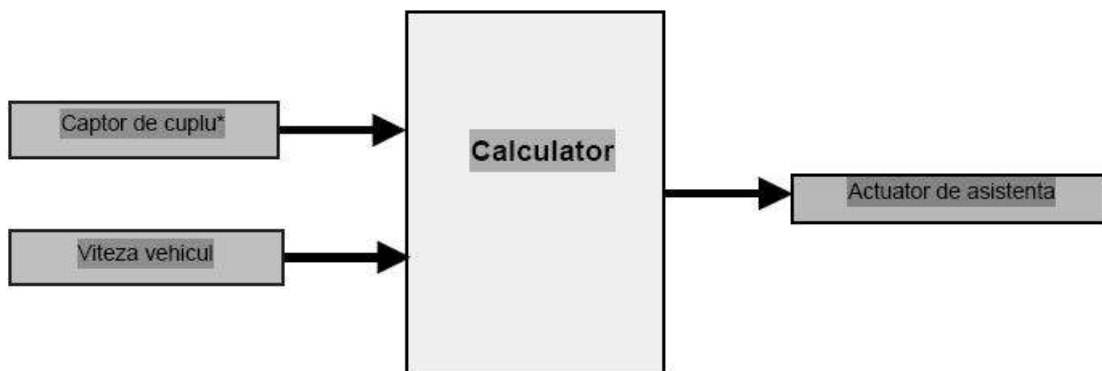
Un al doilea captor inductiv (1) plasat pe cremaliera măsoară rotirea coloanei.



### Calculatorul

Un calculator pilotează asistența. Acesta poate fi :

- Amplasat în vehicul.
- Solidar cu ansamblul coloanei de direcție.
- Inclus într-un alt calculator (Unitate Centrală Habitaclu).



## ***Invatari***

### **Calibrare**

Sistemele care folosesc un captor de unghi volan au nevoie de o calibrare. Această calibrare permite calculatorului să cunoască punctul de mijloc al direcției.

Operația de calibrare trebuie făcută în următoarele cazuri :

- Debransarea bateriei sau a calculatorului.
- Inlocuirea captorului de unghi volan.

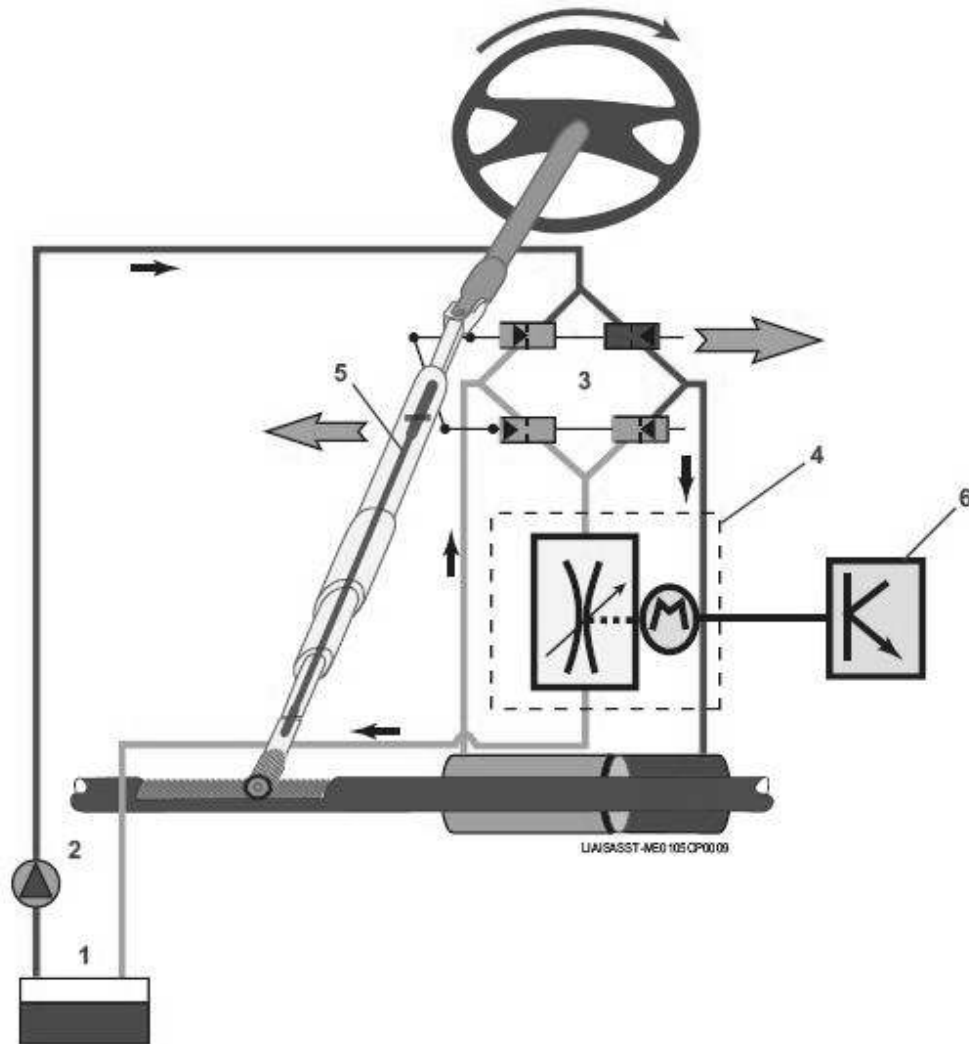
Dacă operația de calibrare nu este efectuată, un martor se aprinde în tabloul de bord.

### ***Remarcă***

Pe anumite vehicule, calculatorul de direcție asistată este un element care face parte din sistemul de antidemaraj și deci este codat. Orice încercare cu un calculator nou sau provenind de la un alt vehicul este interzisă în cazul unui diagnostic.

### **Actuatorii de asistență**

#### **7.5. Asistența variabilă hidraulică**



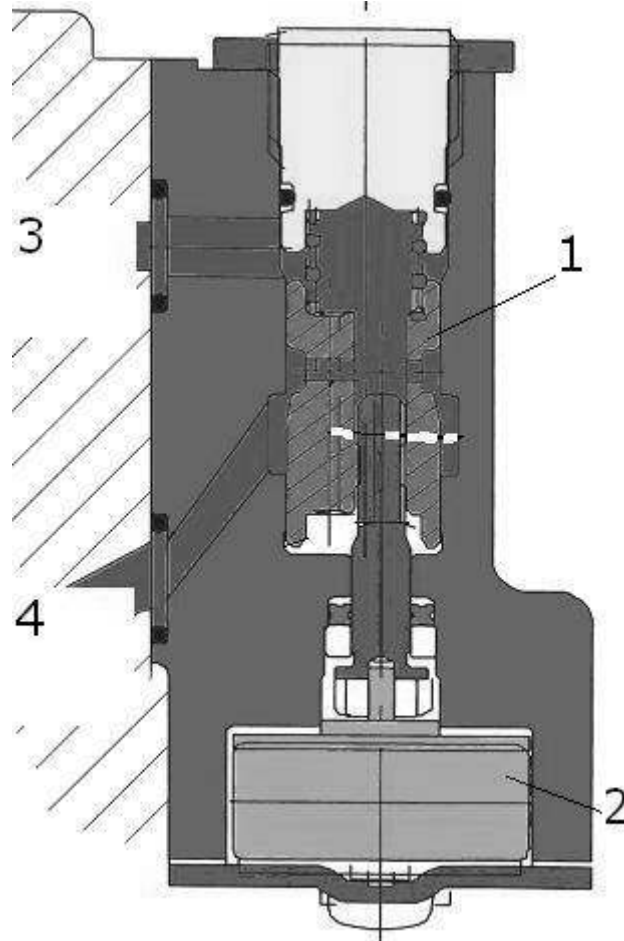
1 -Rezervor ; 2- Pompă ; 3 -Supapă rotativă ; 4- Actuator de debit de retur ; 5 -Bara de torsiune ; 6- Calculator.

Variația asistenței hidraulice se obține prin gestionarea debitului de retur al unei supape de asistență clasice. Un calculator pilotează un actuator de debit care permite modificarea asistenței în funcție de viteza vehiculului.

Cu cât debitul de retur este mai limitat, cu atât direcția se “întărește”.

În cazul manevrelor de parcare, debitul de retur este puțin frinat. Asistența este importantă.

#### Controlul debitului de retur



1- Tijă de reglare ; 2 -Motor pas cu pas ; 3- Intrare ; 4 -Retur catre rezervor Controlul debitului de retur este asigurat de un distribuitor atașat casetei de direcție.

Calculatorul pilotează un motor pas cu pas pentru deplasarea tijei distribuitorului.

La punerea contactului, motorul efectuează o deplasare din poziția de asistență minimă către poziția de asistență maximă, urmînd venirea în poziția de referință.

#### 7.6. Asistența variabilă electric

Adoptarea unui motor electric pentru varierea asistenței prezintă avantajul suprimării pompei hidraulice antrenate de motorul vehiculului. Rezultă un câștig în consum și o simplificare a sistemului.

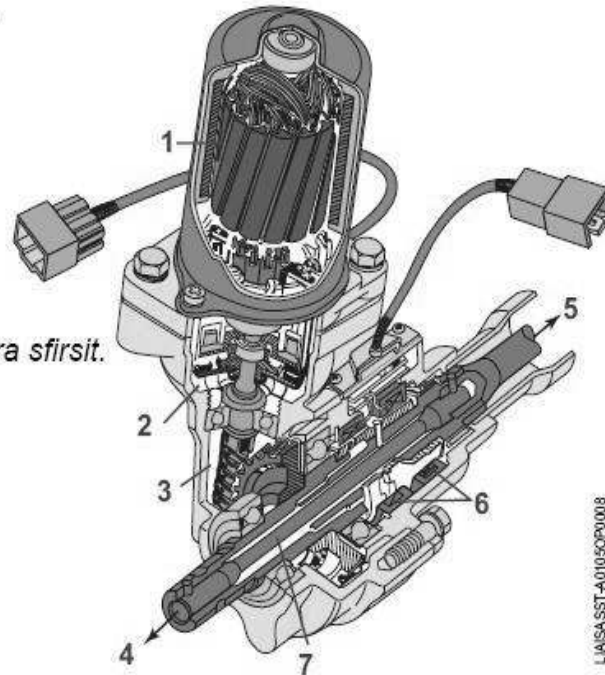
În plus, noi funcții devin posibile :

- Ajutor la aducerea roților în linie dreaptă (rapel activ).
- Compensarea automată a derivei.

## Schema de principiu



- 1 Motor electric.
- 2 Ambreiaj (funcție de aplicatie).
- 3 Ansamblu reductor roata si surub fara sfirsit.
- 4 Spre cremaliera.
- 5 Spre volan.
- 6 Captor de cuplu.
- 7 Bara de torsiune.
- 8 Calculator.
- 9 Releul motorului electric.

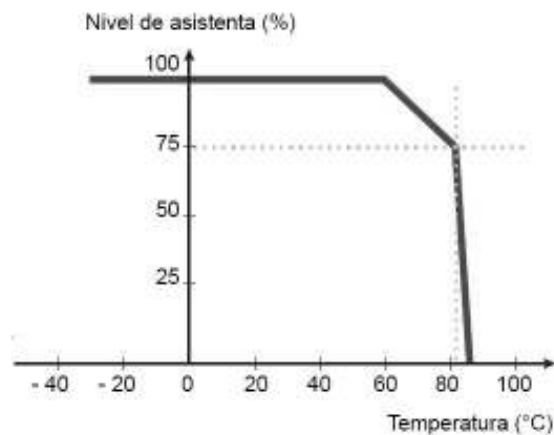


Un motor electric fixat pe coloana de direcție antrenează un sistem roata - șurub fără sfârșit. Roata fiind solidara cu coloana, efortul motorului electric se adaugă celui exercitat de șofer asupra volanului. Calculatorul de direcție asistată gestionează intensitatea de comandă a motorului în funcție de informațiile următoare :

- viteză vehicul,
- efortul șoferului măsurat de captorul de cuplu.

Pe anumite aplicații un ambreiaj electric decuplează motorul electric începând cu o viteză predefinită. Șoferul regăsește o direcție mecanică neasistată.

### Protecție termică



Cu cât motorul electric este mai solicitat, cu atât temperatura sa crește. În cazul supraîncălzirii (manevre prelungite), nivelul de asistență se diminuează progresiv pînă la întrerupere. Întreruperea asistenței este funcție de :

- timpul de utilizare al motorului.
- temperatura măsurată de un captor intern.

### Strategii de asistență complementare

#### Rapelul activ al volanului



Pentru favorizarea confortului în utilizare, anumite direcții asistate electric oferă această prestație de ajutor pentru revenirea volanului la viteze scăzute.

Un cuplu de asistență se adaugă la efectul natural de revenire al roților la poziția de mijloc (1) în rulare.

Această prestație este permisă de prezența captorului de unghi volan.

#### Compensarea derivei

Sistemul identifică o derivă anormală a vehiculului (deformația soselei, uzura asimetrică a pneurilor...) și evita faptul ca șoferul să exercite o corecție permanentă asupra volanului. Confortul în conducere ca și stabilitatea vehiculului sunt astfel păstrate.

Pentru detectarea unei derive, calculatorul urmărește dacă un cuplu este exercitat asupra volanului, atunci când acesta se află în jurul punctului de mijloc.

Deriva este compensată în cazurile următoare:

- Cuplul de corecție exercitat de șofer este  $< 1,5 \text{ Nm}$ .
- Unghiul de decalaj al volanului este  $< \pm 10^\circ$ .
- Viteza vehiculului este  $>$  de  $20 \text{ km/h}$ .

Pentru luarea în considerare, este necesară menținerea acestor condiții timp de 15 minute. Această compensare este limitată la o corecție usoară de ordinul a  $1 \text{ Nm}$  (echivalentul unei greutăți de  $550 \text{ grame}$ ).

#### 7.7. Servodirecțiile mixte (mecanice-hidraulice-electrice)

Se utilizează la autoturismele cu sisteme de direcție ce asigură virarea tuturor roților.

Virarea roților punții spate se realizează pentru :

- îmbunătățirea stabilității autovehicolului rutier ; -reducerea razei de virare.

Din fig.7. 11.a se observă că bracărea roților punții spate în aceeași direcție ca și roțile punții față are ca efect deplasarea centrului de virare din  $O$  în  $O_1$ , raza de virare crește, autovehicolul având caracter subvirator. Atunci când roțile punții spate sunt brăcate în direcție opusă față de roțile punții față (fig. 7.11.b.)centrul de virare se deplasează din  $O$  în  $O_2$ , efectul fiind micșorarea razei de virare (caracter supravirator).

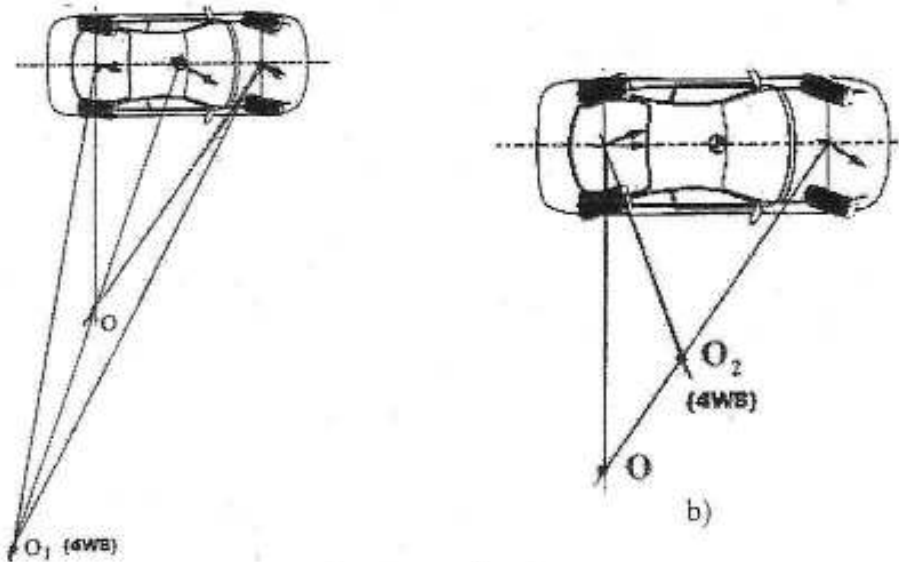


Fig. 7.11. Influențe ale braccării roților punții spate a-caracter subvirator ; b-caracter supravirator.

In fig.12 se prezintă schema de principiu a sistemului de direcție MAZDA (mecanic-hidraulic-electric.).

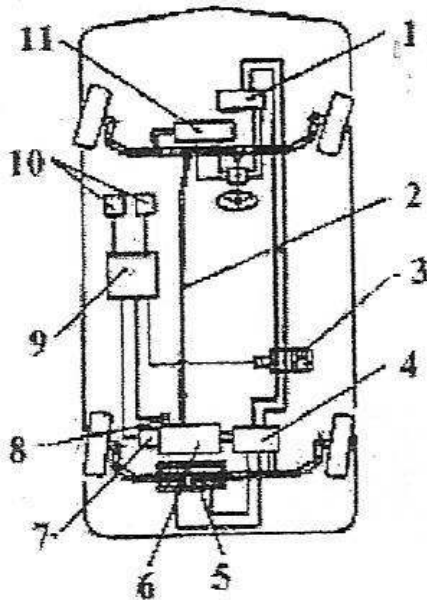


Fig.7.12. Sistemul de direcție MAZDA  
 1-pompa de ulei ; 2-arborele pentru virarea roților punții spate ; 3-electrovalva ; 4-distribuitoare ; 5, 11-hidromotoare ; 6-unitate de comandă ; 7-motor pas cu pas ; 8-traductor ; 9-unitate electronică ; 10-traductor de viteza

Roțile punții față sunt braccate cu ajutorul unui servomecanism hidromecanic, format dintr-un mecanism cu pinion și cremaliera, asistat de hidromotorul 11. Cremaliera acționează un al doilea pinion care, prin intermediul arborelui intermediar 2 transmite mișcarea către unitatea 6 de comandă a braccării roților spate. Unitatea de comandă 6 are rolul de a controla braccarea roților punții spate (max.  $5^{\circ}$  stanga-dreapta), ea fiind acționată atât hidromecanic prin hidromotorul 5, cât și de motorul pas cu pas 7. Informațiile pentru blocul electronic 9 sunt furnizate atât de traductoarele de viteză 10, de electrovalva 3 cât și de traductorul de presiune 8. Braccarea roților punții spate are loc în funcție de viteza de deplasare a autovehicolului și de unghiul de braccare a roților punții față :

- la viteze mai mici de 35 km/h roțile punții spate sunt braccate în sens invers față de roțile punții față, unghiul de braccare a roților spate scade pe măsură ce viteza se apropie de 35 km/h ;
- la  $v = 35$  km/h, roțile punții spate nu sunt braccate ;
- la viteze mai mari de 35 km/h, roțile punții spate sunt virate în același sens cu roțile punții față.



## 8. Servodirecțiile active (Sistemul de control dinamic al traiectoriei :

ESP)

Principiul de funcționare al servodirecției active constă în modificarea unghiului de bracare a roților (impus de șofer prin volan) de către un dispozitiv automat astfel încât ;

-să se contracareze efectul momentelor de girație (de rotire în jurul axei verticale) perturbatoare, datorate în principiu vantului lateral, care bate în rafale ;

-să se evite situațiile periculoase la deplasarea în curbă, situații în care autovehicolul se poate răsturna datorită forței centrifuge ;

Sistemul acționează asupra cuplului motor și a frânelor roților pentru a corecta traiectoria vehiculului, **în limitele legilor fizicii.**

În ambele cazuri șoferul realizează bracarea roților (unghiul  $\delta_s$ , fig.7.13), servodirecția având rolul de a modifica bracarea cu unghiul suplimentar  $\delta_c$  (în plus sau în minus) funcție de informațiile date blocului electronic 2 de către traductorul 1 privind accelerația unghiulară și viteza de deplasare. De asemenea blocul electronic 2 primește informații și de la blocul electronic de frânare ABS.

Elementul de execuție 3, controlat de blocul electronic poate fi hidraulic sau electric sau mixt (BMV). Sistemul se numește ESP (Electronic Stability Programme).

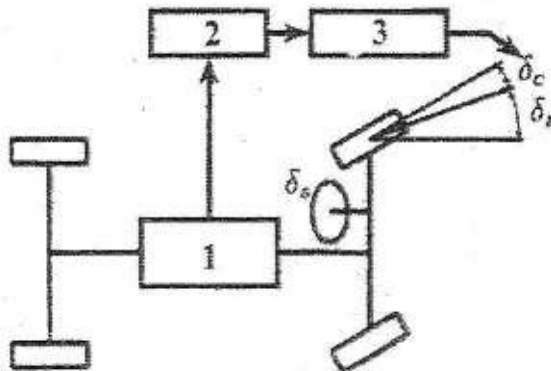


Fig.7.13. Principiul de funcționare al servodirecției active; 1-traductor de accelerație; 2-bloc electronic; 3-element de execuție.

ESP = Abreviere preluată din limba engleză pentru Electronic Stability Program - Program pentru controlul electronic al stabilității unui autovehicul, care lucrează în

colaborare cu celelalte programe de gestionare electronică a patinării roții (ABS, ASR, EDC etc.). Acest program permite corijarea traiectoriei autovehiculului acționând controlat asupra sistemului de frânare și asupra injecției de combustibil a motorului.

ESP este un sistem de siguranță prevăzut pentru bordul unei mașini care permite controlul și stabilitatea unei mașini în timpul unor manevrări critice și corectează posibilele supravirării și subvirării. ESP folosește senzori pentru a delimita ruta pe care șoferul o dorește și actuala ruta pe care autovehiculul o parcurge.

**Program electronic de asigurare a stabilității.** ESP-ul este echipamentul suprem. Echipamentul care interacționează cu toate celelalte echipamente ale mașinii în momentul rularii. Dacă ai ESP, nu contează celelalte sisteme tehnice legate de siguranța activă, întrucât sigur le ai pe toate. Procesează informații de la toți senzorii și ia decizii legate de regimul de

funcționare al motorului sau al altor echipamente, cum ar fi ABS. De exemplu, în cazul curbelor luate prea rapid, ESP-ul extinde funcția ABS (reduce pericolul de derapare) și prin intervenția punctuală asupra managementului motorului împiedică o posibilă derapare a autovehiculului. ESP-ul acționează în întreg domeniul de viteze și se cuplează automat la fiecare pornire a motorului. Acest sistem poate fi cuplat și decuplat în caz de necesitate, prin apăsarea tastei ESP.

**8.1. Rolul ESP-ului** este de a controla vehiculul în situațiile dificile. Atunci când se manevrează automobilul, conducătorul auto dispune, în principiu de trei elemente de acționare (volanul, pedala de accelerație și pedala de frână) care constituie interfața om-mașină. În urma acțiunii acestor trei elemente, automobilul capătă o anumită traiectorie considerată de conducător cea mai apropiată de cea dorită. Din interacțiunea dintre autovehicul și drum realizată prin intermediul pneurilor, în funcție de condițiile externe, de experiența conducătorului auto sau de apariția unor situații neprevăzute, traiectoria urmată de vehicul poate diferi de cea estimată. Ca orice sistem de comandă ce funcționează în buclă de reacție, conducerea automobilului implică un element condus, mașina, respectiv un element de reacție, în acest caz conducătorul auto, a cărui intervenție directă survine ca un răspuns la instabilitatea sistemului de condus.

Sistemele inteligente de siguranță active sunt concepute să funcționeze tot ca sisteme în buclă închisă ce mențin omul ca element de reacție, dar corectează și îmbunătățesc timpul de reacție printr-o buclă suplimentară prevăzută cu senzori și dispozitive numerice de calcul. ESP-ul aduce un ajutor complementar sistemelor ABS și de anti-patinare în viraje, unde riscurile de accidente sunt mai ridicate. El permite ca toți utilizatorii să aibă „bune reflexe” în situațiile critice, pentru că mulți utilizatori nu știu cum să reacționeze în cazul pierderii aderenței de către vehicul. Sistemul va efectua, independent de voința utilizatorului, acțiuni corectoare la nivelul frânelor și al motorului. Utilizatorul va rămâne stăpânul autovehiculului său.

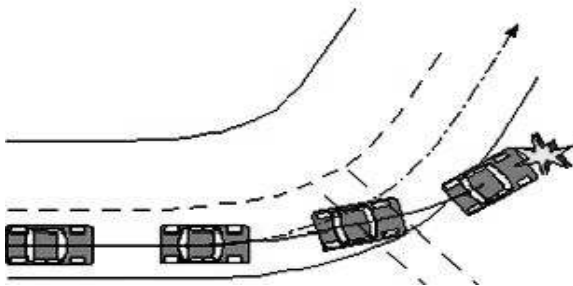
Sistemul intervine în trei cazuri :

#### • SUB-VIRAJ

Un vehicul este în subviraj atunci când părăsește traiectoria inițială în direcția exteriorului curbei.

Subvirajul se caracterizează prin pierderea aderenței punții față.

În general este datorat unei viteze prea mari a vehiculului.

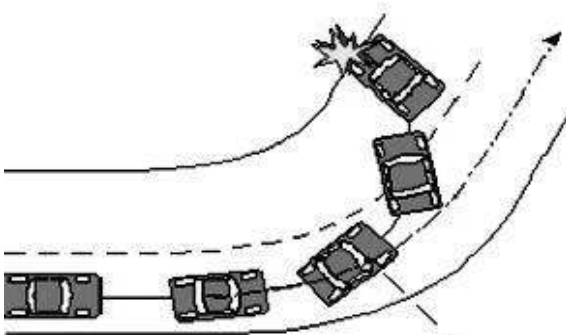


#### • SUPRA - VIRAJ

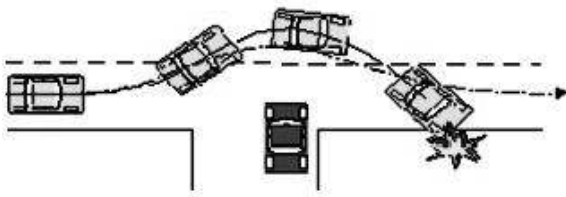
Un vehicul este în supraviraj atunci când părăsește traiectoria sa inițială în direcția interiorului curbei (tête-à-queue).

Supravirajul se caracterizează prin pierderea aderenței punții spate.

În general este datorat unei ridicări a pedalei de accelerație în curbă.



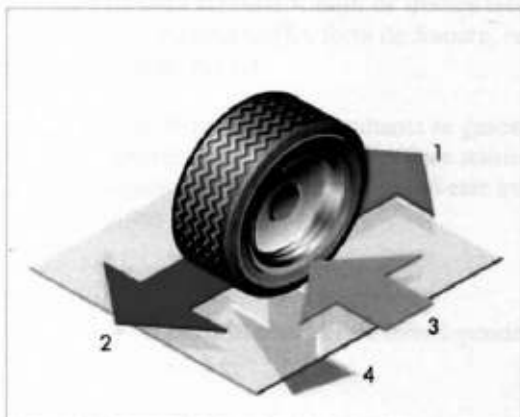
## • EVITAREA OBSTACOLELOR



Pentru evitarea obstacolelor, funcționarea ESP-ului corespunde unei acțiuni de subvirare urmate de o supravirare (cele două acțiuni), datorită faptului că tendința conducătorului este de a trage foarte mult de volan, lucru care duce la apariția unei supravirări foarte periculoase.

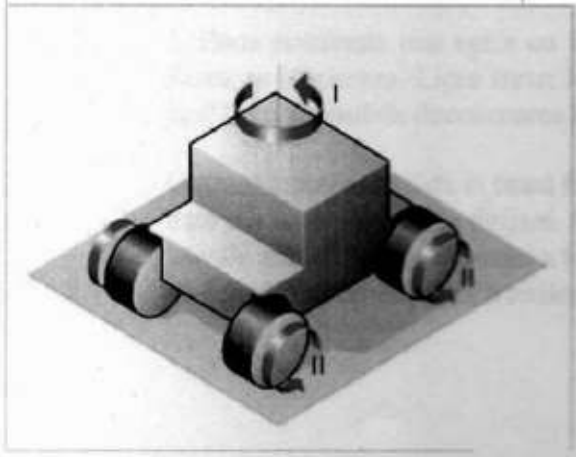
## Principii Fizice . Forțe și Momente

Un corp este expus la diferite forțe și momente. Dacă suma acestor  $F$  și  $M$  este egală cu 0, atunci corpul se află în repaus; dacă suma este diferită de 0, atunci corpul se deplasează în direcția forței rezultante.



Alte forțe care acționează asupra unui autovehicul sunt:

- Forța de antrenare(1)
- Forța de frânare(2), care se opune celei de antrenare
- Forțele de dirijare laterala(3), care mențin direcția de deplasare a mașinii
- Forța de aderență(4), rezultate între altele din forța de frecare și cea gravitațională



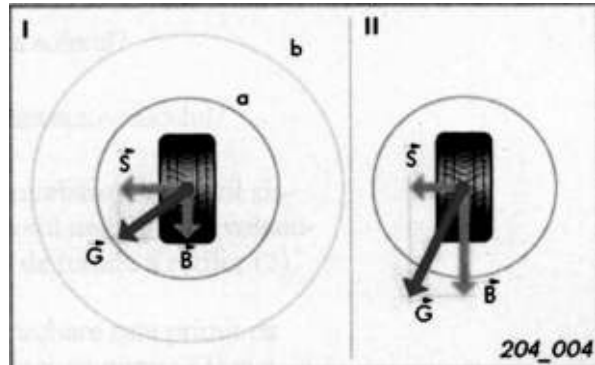
De asemenea, la autovehicule mai apar:

- Moment de rotație(I), care are tendința de a roti autovehiculul în jurul axei verticale ;
- Moment la roata(de rotație) și momente inerțiale (II), care încearcă să mențină direcția în care se deplasează autovehiculul ;
- Precum și alte forțe cum ar fi rezistența aerului la deplasarea mașinii.

Interacțiunea unora dintre aceste forțe se poate descrie cu ajutorul Cercului Kamm de frecare. Raza cercului este determinată de forța de aderență între suprafața strazii și anvelopă. Astfel, în cazul aderenței scăzute, raza este mai mică (a), iar în cazul aderenței mai bune raza este mai mare (b).

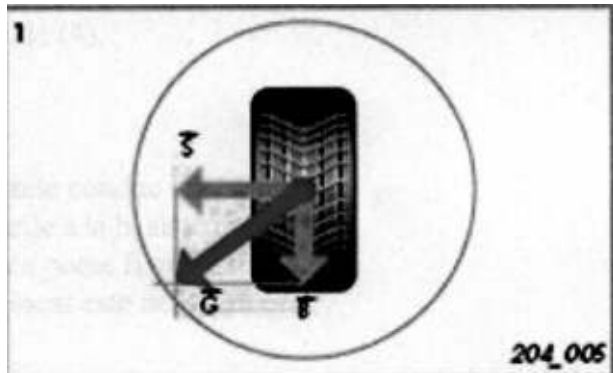
La baza cercului Kamm de frecare este un paralelogram format din forța laterală (S), forța de frânare, respectiv de antrenare (B) și forța rezultantă (G).

Atâta timp cât forța rezultantă se găsește în interiorul cercului, autovehiculul se află într-o stare stabilă (I). Dacă rezultanta depășește cercul, autovehiculul este într-o stare în care nu mai poate fi controlat (II).

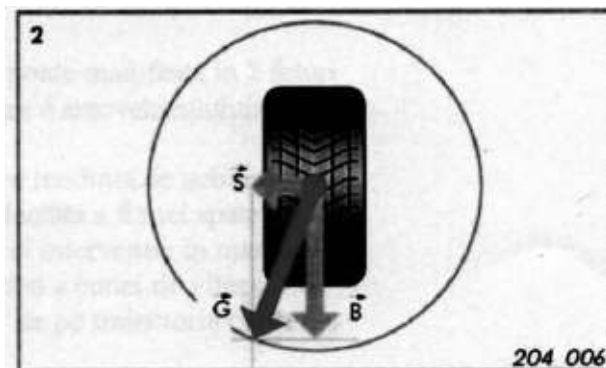


Luând în considerare interdependența forțelor:

1. Forța de frânare și forța transversală sunt astfel determinate încât forța rezultantă să se afle în interiorul cercului. Autovehiculul poate fi direcționat fără probleme.

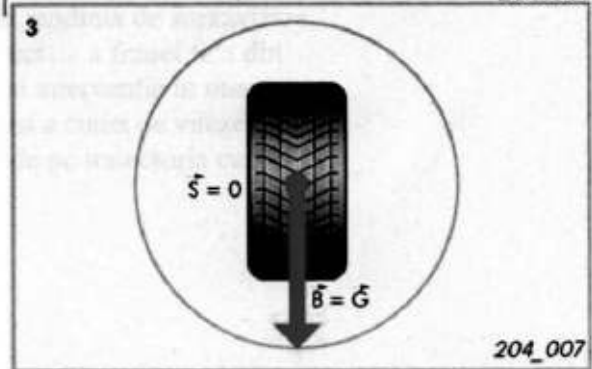


2. Se mărește forța de frânare. Forța de „dirijare” laterală se micșorează.



3. Forța rezultantă este egală cu forța de frânare.

Roata se blochează. Lipsa forței laterale de „dirijare” face imposibilă direcționarea autovehiculului.



O situație similară există în cazul forței de antrenare și a forței laterale de dirijare. Anularea forței laterale prin utilizarea la maxim a forței de tracțiune determina rotirea în gol a roților.

### Reglarea Dinamicii de Deplasare



### Procesul de reglare

Pentru ca ESP să poată reacționa în situații critice, trebuie să poată răspunde la 2 întrebări:

- a- Încotro manevrează șoferul?
- b- Încotro se deplasează autovehiculul?

Răspunsul la prima întrebare este oferit sistemului de senzori unghiular al volanului(1) și de senzori de turație a roților(2).

Răspunsul la a 2-a întrebare este primit ca urmare a măsurării ratei de rotație(3) și a accelerației transversale(4).

Dacă informațiile primite conduc la răspunsuri diferite pentru întrebările a și b, sistemul ESP pleacă de la premiza că poate fi generată o situație critică, astfel încât este necesară o intervenție.

O situație critică se poate manifesta în 2 feluri diferite de comportare a autovehiculului:

I. Autovehiculul are tendința de subvirare. Prin activarea selectivă a franei spate din interiorul curbei și intervenția în managementul motorului și a cutiei de viteze, ESP previne

”ieșirea” de pe traiectoria curbei

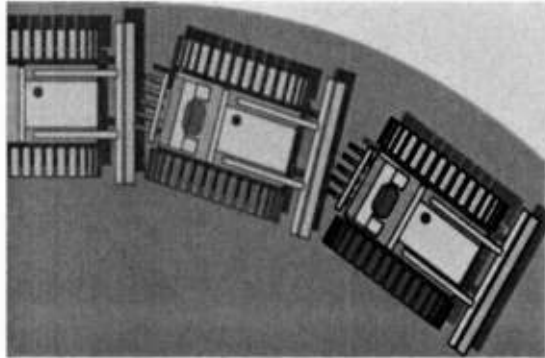
II. Autovehiculul are tendința de supravirare. Prin activarea selectivă a franei față din exteriorul curbei și intervenția în managementul motorului

si a cutiei de viteze, ESP previne “ieșirea” de pe traiectoria curbei.

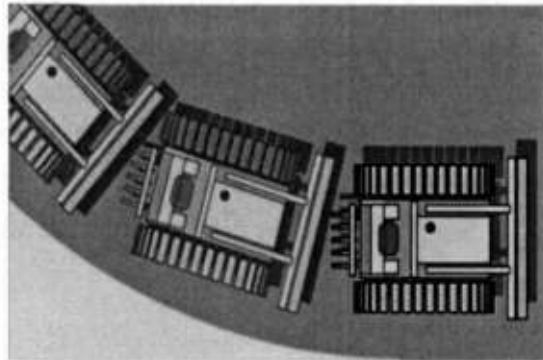
După cum se observă, ESP poate să contracareze efectul de supra și subvirare. Pentru aceasta, este necesar să se poată realiza o schimbare de direcție fara interventia directa în sistemul de direcți.

Principiul de bază este același ca și la vehiculul cu senile.

Atunci când un buldozer dorește să efectueze o curbă la stanga, senile din interiorul curbei este franata iar cea din exterior este accelerate.



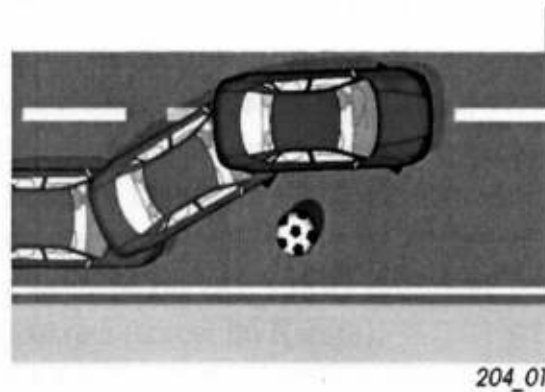
Pentru revenirea la direcția inițială de deplasare șenile care inițial se afla în interiorul curbei se găsește acum pe exteriorul ei și este accelerată iar cealaltă senile este franată.



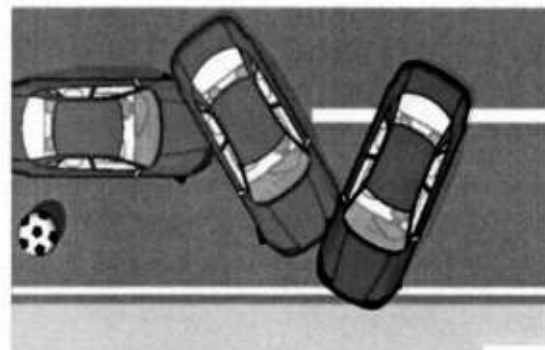
ESP actionează dupa un principiu asemanator.

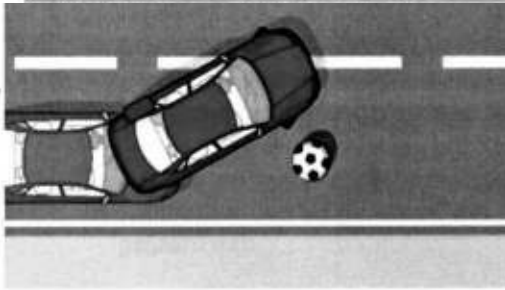
Analizăm o masina care nu are ESP.

Autovehiculul trebuie să evite un obstacol aparut brusc. La inceput, soferul virează foarte repede la stanga și apoi imediat la dreapta.



Autovehiculul “oscilează” datorita schimbărilor de direcție executate de șofer si spatele derapează.





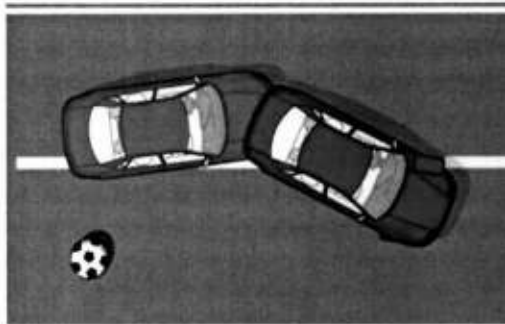
204

Vom analiza în continuare aceeași situație 1 în cazul unui autovehicul echipat cu ESP. Pe baza datelor furnizate de senzori, ESP recunoaște că mașina ajunge într-o stare instabilă de deplasare. Sistemul stabilește măsurile de contracarare: ESP frânează roata stânga spate. Astfel este "sprijinită" mișcarea de rotație a autovehiculului. Forța de dirijare lateral ce acționează asupra roților față se menține.



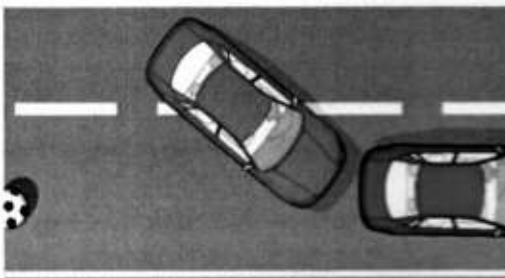
204

În timp ce autovehiculul se înscrie în viraj stânga, conducătorul auto virează dreapta. Pentru a sprijini această manevră (contravirarea), roata dreaptă față este franată. Roțile spate rulează liber pentru a asigura producerea forțelor de dirijare laterală pentru axa spate.



204  
6

Schimbarea precedentă a direcției de mers poate determina o rotire (derapare) în jurul axei verticale. Pentru evitarea derapării părții spate, roata stânga față va fi franată. În situații deosebit de critice, această roata poate fi franată foarte tare, pentru a limita producerea forțelor de dirijare laterală pentru axa față (cercul lui Kamm).



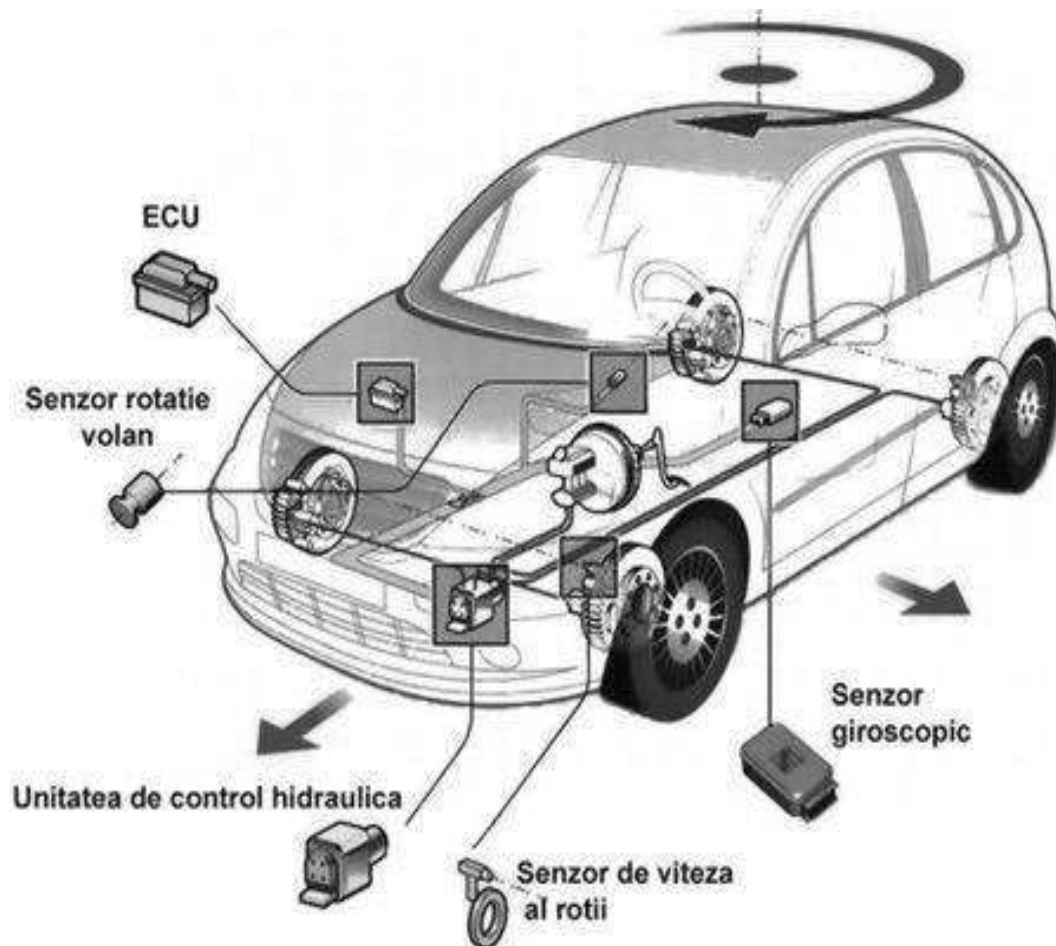
După corectarea tuturor stărilor de instabilitate ale autovehiculului, ESP își încheie intervenția de reglare.

## 8.2. Componentele ESP-ului

**ECU (Electronic Control Unit)** - primește informații ca: viteza mașinii, accelerațiile laterale, momentul de inerție (gradul de rotație al mașinii în jurul axei verticale, care îi alterează poziția pe direcția de deplasare).

**Senzor de rotație al volanului** -analizează informațiile primite și calculează traiectoria impusa de șofer

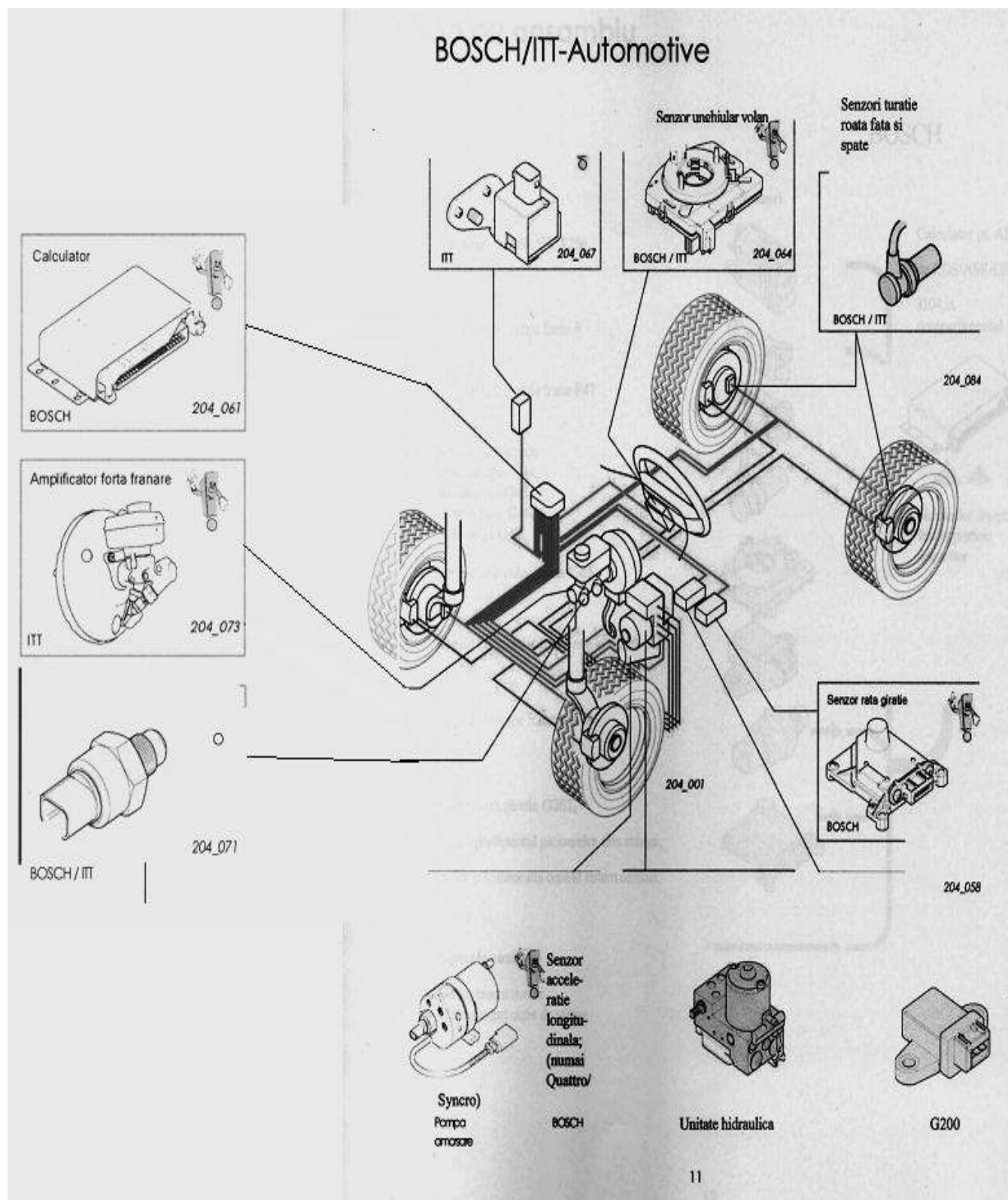
**Unitatea de control hidraulică** a ESP - include un computer. Primește informații de la diverși senzori și trimite instrucțiuni sistemului de frânare, dozând precis presiunea de frânare. Ajustează și cuplu motor dacă este necesar.



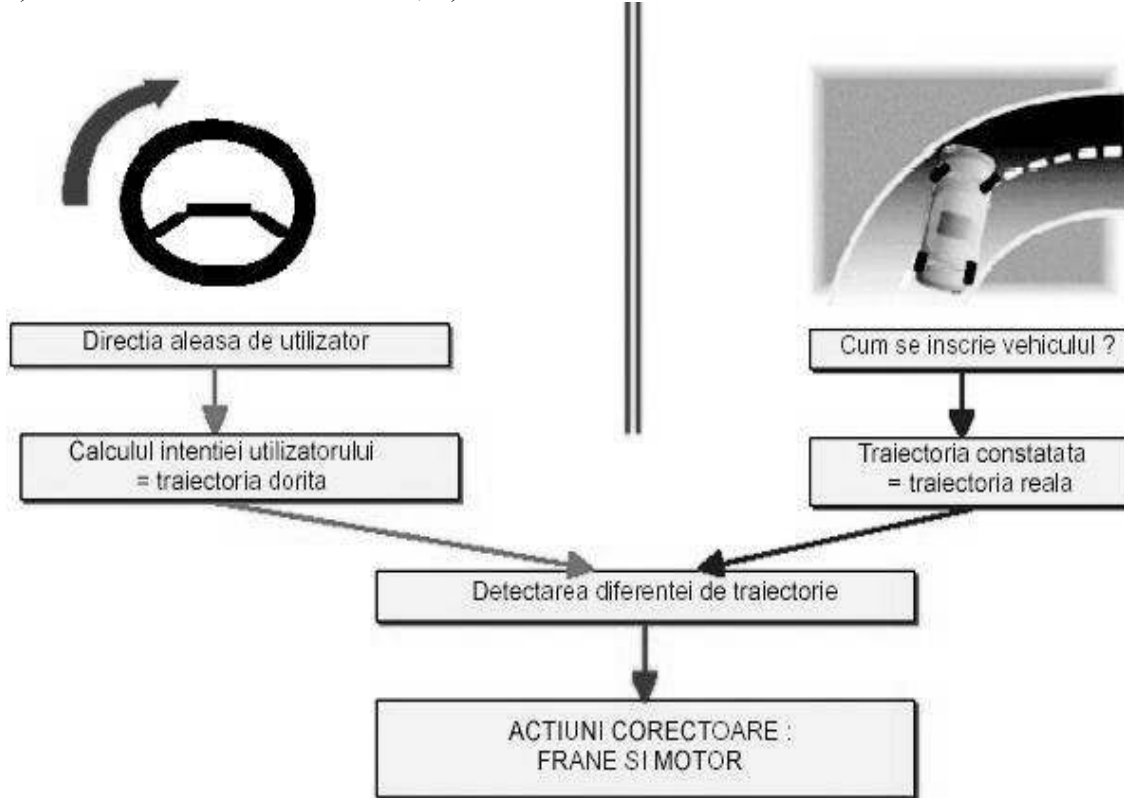


O schemă asemanatoare este prezentată în figura urmatoare:

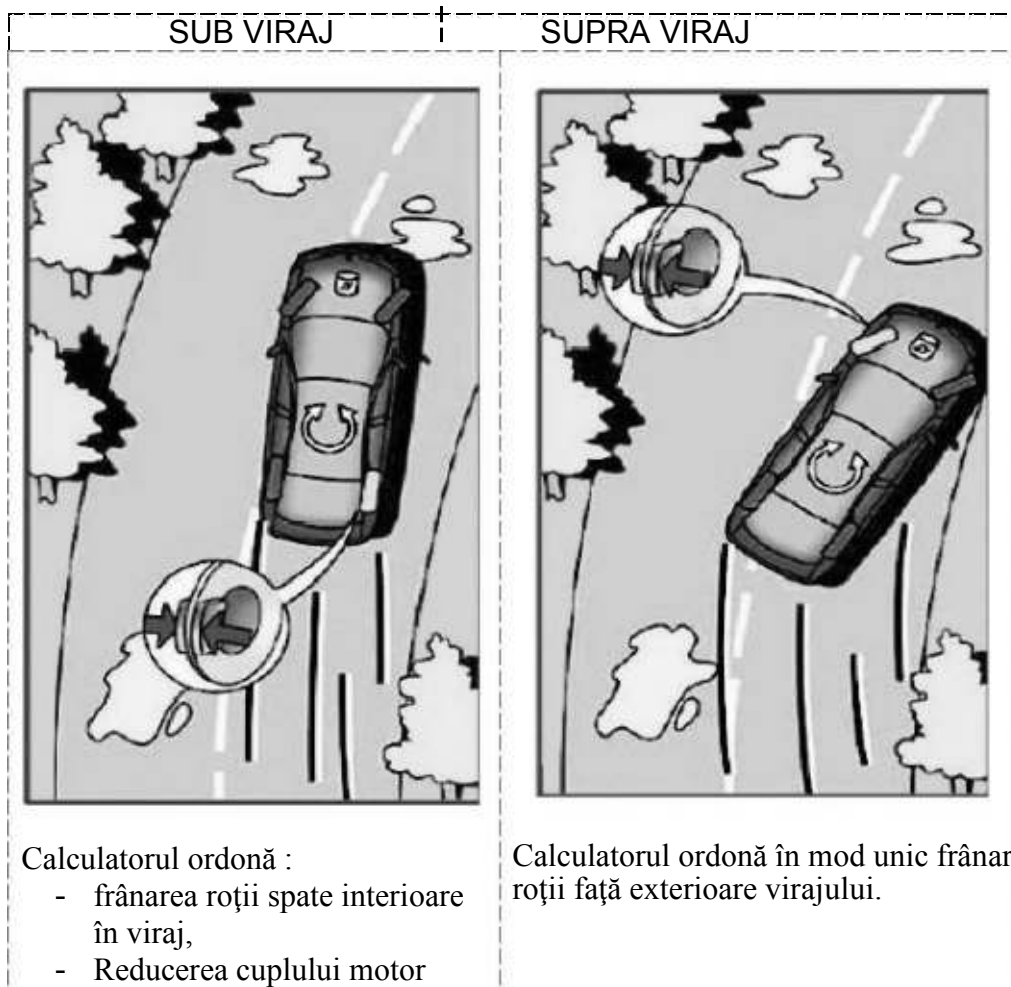
### Principiul de funcționare



Principiul de funcționare este bazat pe compararea în permanență a două traiectorii : -  
 a)Traectoria dorită de utilizator; b)Traectoria reală a vehiculului.



Sensul și poziția unghiulară a vitezei de rotație a volanului sunt date de captorul unghiului volanului. Traectoria vehiculului este dată de captorul de răsucire (pivotare) și de captorul de accelerație transversală. Cu acești captori, calculatorul determină ecartul dintre traectoria voită de către conducătorul vehiculului și traectoria instantanee a vehiculului. Dacă ecartul este văzut prea important, calculatorul comandă actuatorii săi și emite un semnal de regularizare a cuplului motor calculatorului de injecție.

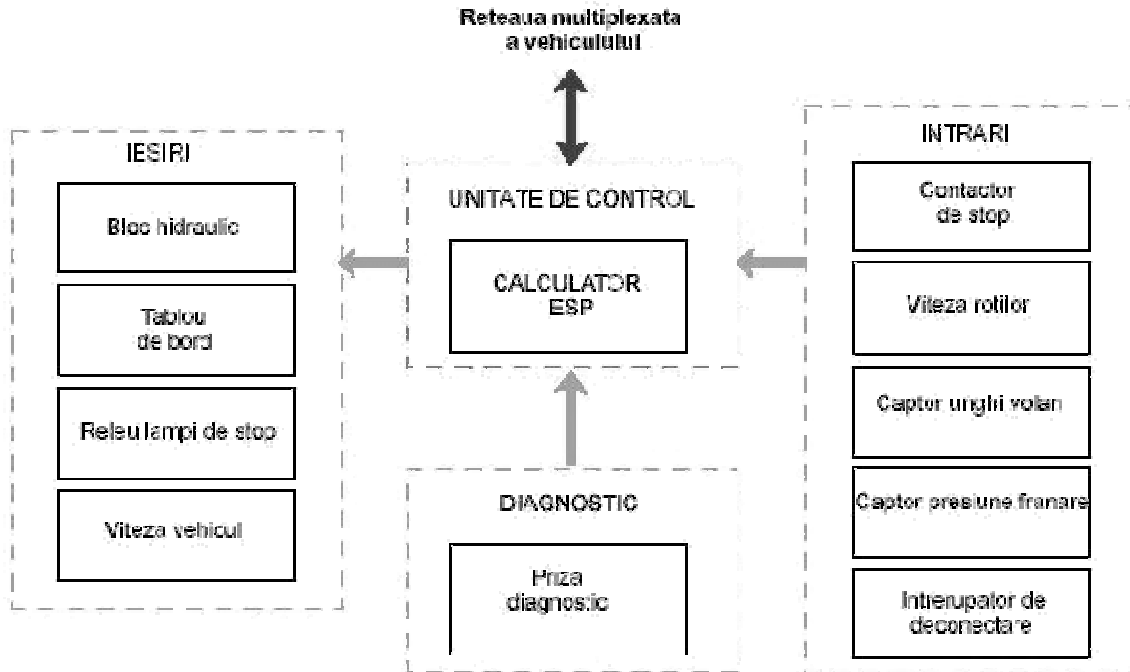


Impulsul de virare transmis de sistemul ESP, în practică: condiții de parcurs ca cele descrise mai sus, toamnă sau iarnă, jumătate din suprafața șoselei uscată iar cealaltă jumătate, acoperită adesea cu frunze ude sau chiar cu zăpadă. Până în prezent, scenariile în condiții de tipul celor de mai sus, cu suprafețe cu coeficienți de frecare diferiți (numite, în termeni de specialitate, suprafețe “ $\mu$ -split” - cu diferențe între coeficienții de frecare/aderență pentru roțile de pe stânga și cele de pe dreapta), s-ar fi încheiat - în cazul ideal, în cursul frânării de urgență cu ESP, astfel: datorită sistemului ESP, mașina nu derapează necontrolat, șoferul putând să-i mențină cursul și să evite orice eventuale obstacole. Dar, întrucât efectul de frânare trebuie să acționeze asupra roții cu cel mai mic coeficient de frecare pentru a împiedica derapajul necontrolat al vehiculului, roțile nu vor putea fi frânate la fel de puternic ca în cazul frânării pe o suprafață uscată.

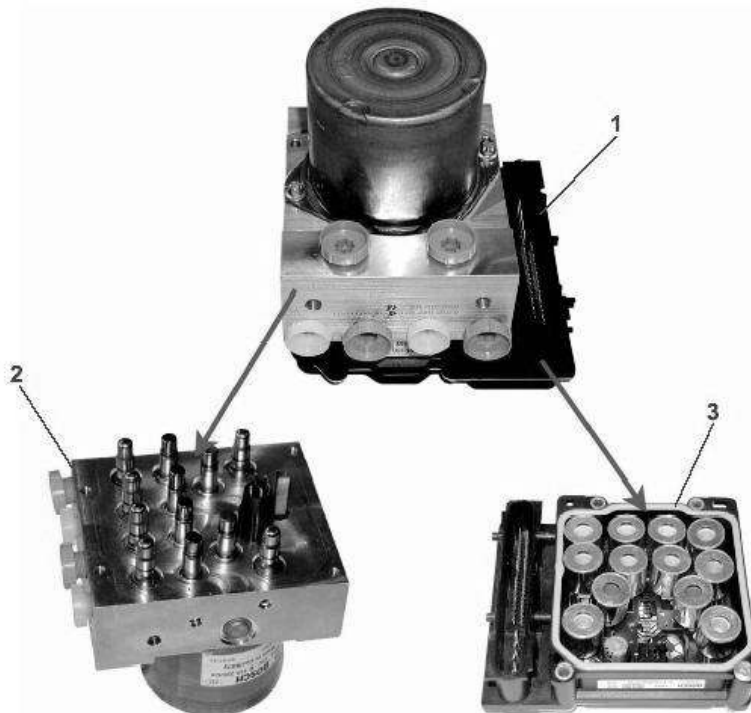
### Mod de funcționare

În raport cu sistemul ABS, sistemul ESP utilizează informații de la 3 captori suplimentari :

- Unghi volan.
- Presiune de frânare.
- Combinat (CLUSTER).



## Blocul ESP

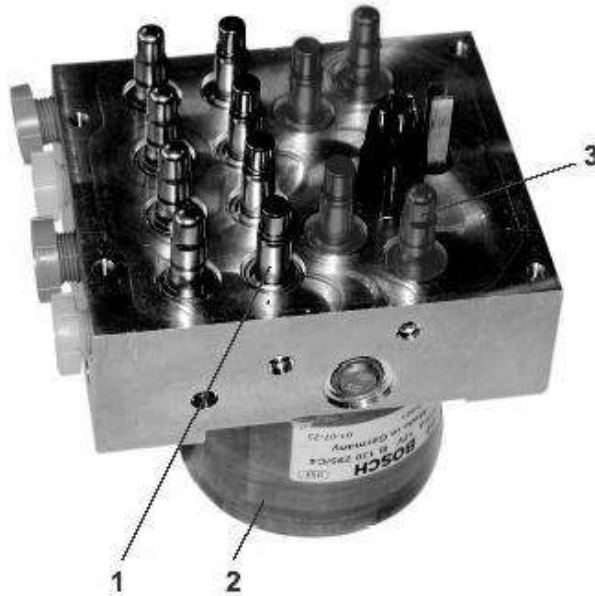


Blocul ESP (1) se compune din două elemente :

- calculatorul (3),
- grupul hidraulic (2) compus din electrovane, pompă hidraulică, motor de pompă, acumulator de joasă presiune, clapetă de anti-retur. In funcție de model, aceste elemente se pot înlocui independent.

Ele sunt diferite de acelea ale sistemului ABS și nu sunt interschimbabile.

## Grupul hidraulic



Grupul hidraulic conține :

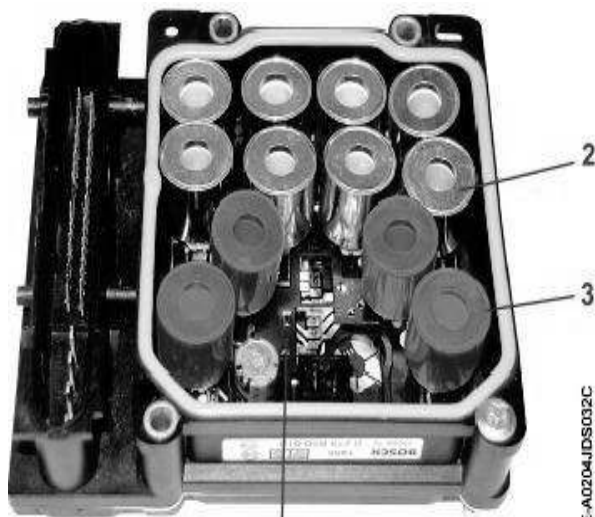
-cele opt electrovane ale roților (1), -pompa hidraulică (2).

Fiecare roată dispune de două electrovane : -una de admisie deschisă în repaus,

-una de evacuare închisă în repaus.

Fiecare circuit (primar și secundar) dispune de două electrovane specifice (3) funcției ESP :

-una de izolare, -una de aspirație.



## Calculatorul de ESP

Calculatorul conține :

-electronica de gestiune a sistemului (1),  
-bobinele de comandă ale electrovanelor roților (2).

-bobinele de comandă ale electrovanelor  
specifice (3).

Calculatorul de ESP dispune de toate funcțiile evocate precedent : -ABS,

-REF,

-MSR.

-În plus, el dispune de funcția ESP.

Funcțiile gestionate de calculatorul de ESP sunt :

### Reglarea presiunii de frânare :

În funcție de informațiile primite de la captorii specifici, calculatorul ESP determină ecartul dintre traiectoria dorită de conducător și cea reală a mașinii. Odată ce s-a depășit un anumit prag, el comandă electrovanele grupului hidraulic.

### Supravegherea componentelor sistemului :

La pornirea motorului, calculatorul de ESP comandă cele 4 electrovane specifice. De îndată ce vehiculul depășește o viteză dată (în jur de 10 km/h), calculatorul comandă :

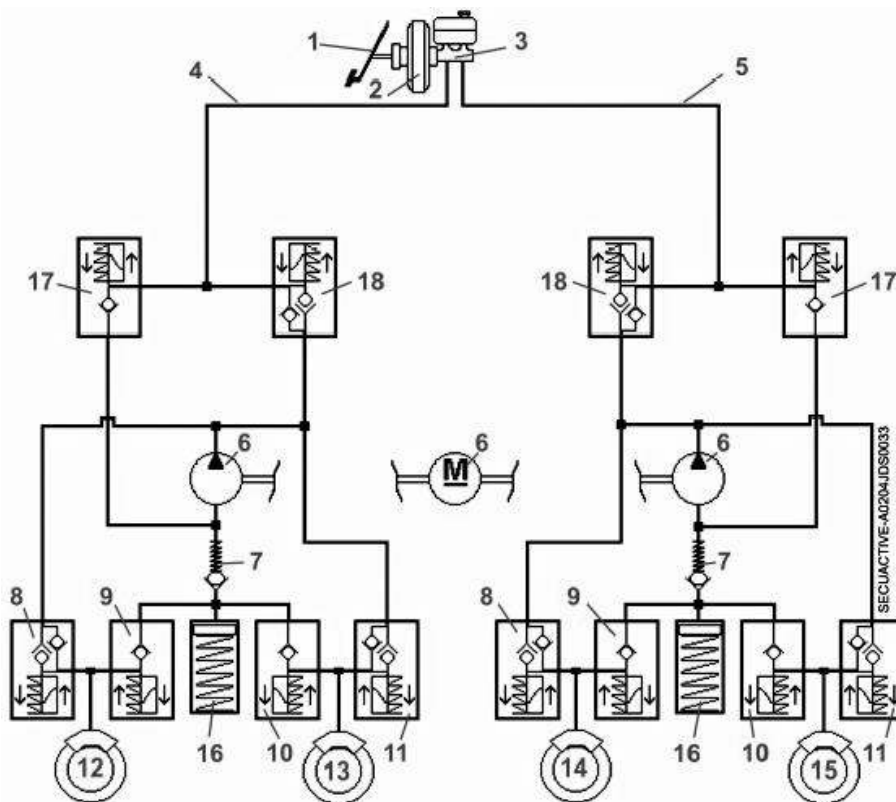
-cele 8 electrovane pentru ABS, -motorul pompei.

Aceasta permite să se controleze funcționarea grupului hidraulic.

Datorită acestei strategii, la nivelul pedalei de frână sunt perceptibile vibrații slabe asemănătoare cu reglarea ABS.

### Descrierea funcționării hidraulice

*În repaus, fără acțiune pe pedala de frână*



: Pedală de frână.

: Servofrână.

: Cilindrul principal și rezervorul de lichid de frână

: Circuit primar.

: Circuit secundar.

: Electrovane de evacuare spate stânga / dreapta.

: Electrovane de admisie spate stânga / dreapta.

: Roată față stânga

: Roată spate dreapta.

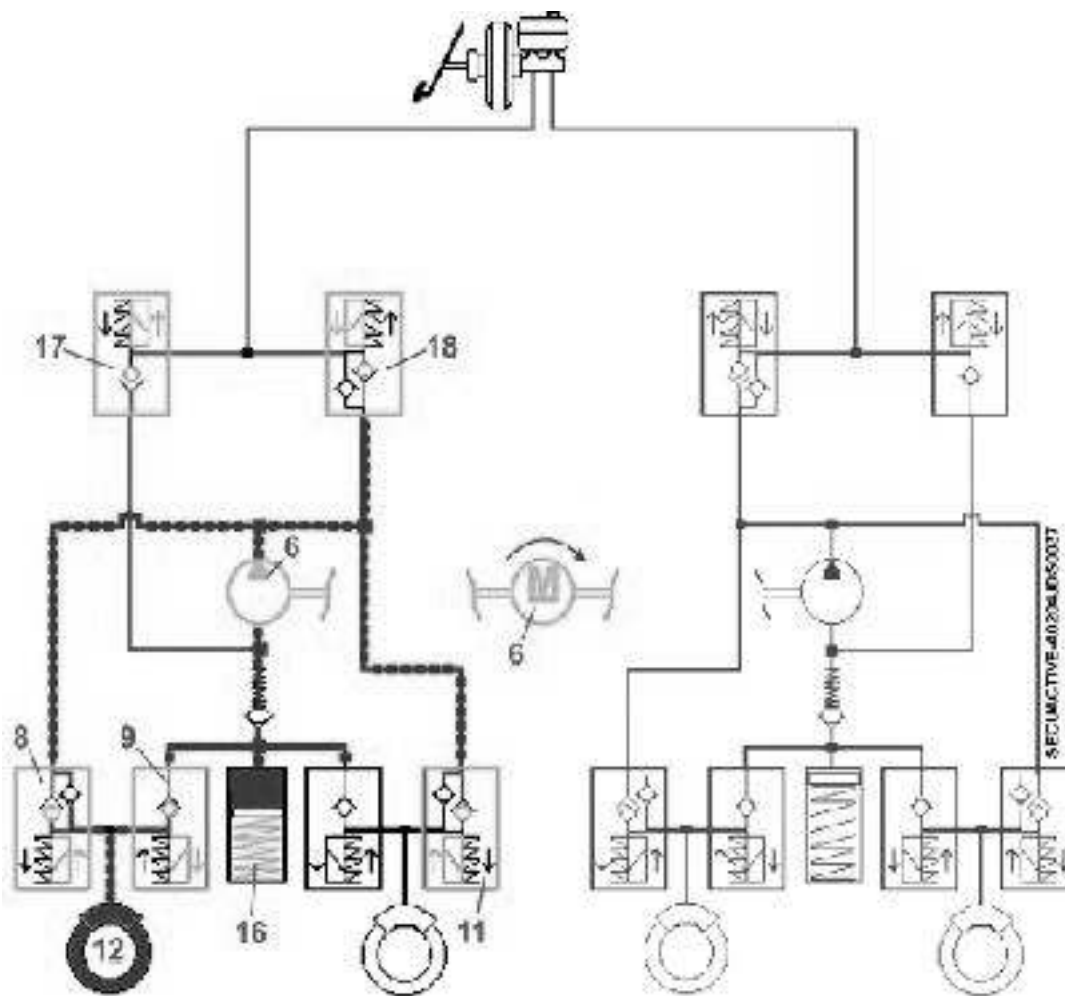
: Pompă hidraulică și motorul ei.  
 : Clapetă anti-retur.  
 : Electrovalve de admisie față stânga / dreapta.  
 : Electrovalve de evacuare față stânga / dreapta.

: Roată față dreapta.  
 : Roată spate stânga  
 : Acumulatori de joasă presiune.  
 : Electrovalvele de aspirație  
 : Electrovalvele de izolare

Electrovalvele de admisie sunt deschise, electrovalvele de evacuare sunt închise, pompa hidraulică este oprită.

Electrovalvele de aspirație sunt închise iar acelea de izolare sunt deschise în repaus.

**Reglarea ESP fără acțiunea conducătorului pe pedala de frână;**



Pentru a frâna o roată independent, calculatorul de ESP comandă electrovalvele de izolare (18) care se închid și izolează circuitul pompei centrale de frână de grupul hidraulic.

Apoi, pentru a genera presiunea de frânare necesară, calculatorul pune în funcțiune :

- Electrovalva de aspirație (17) corespunzătoare roții față stânga (12) care prezintă interes pentru a

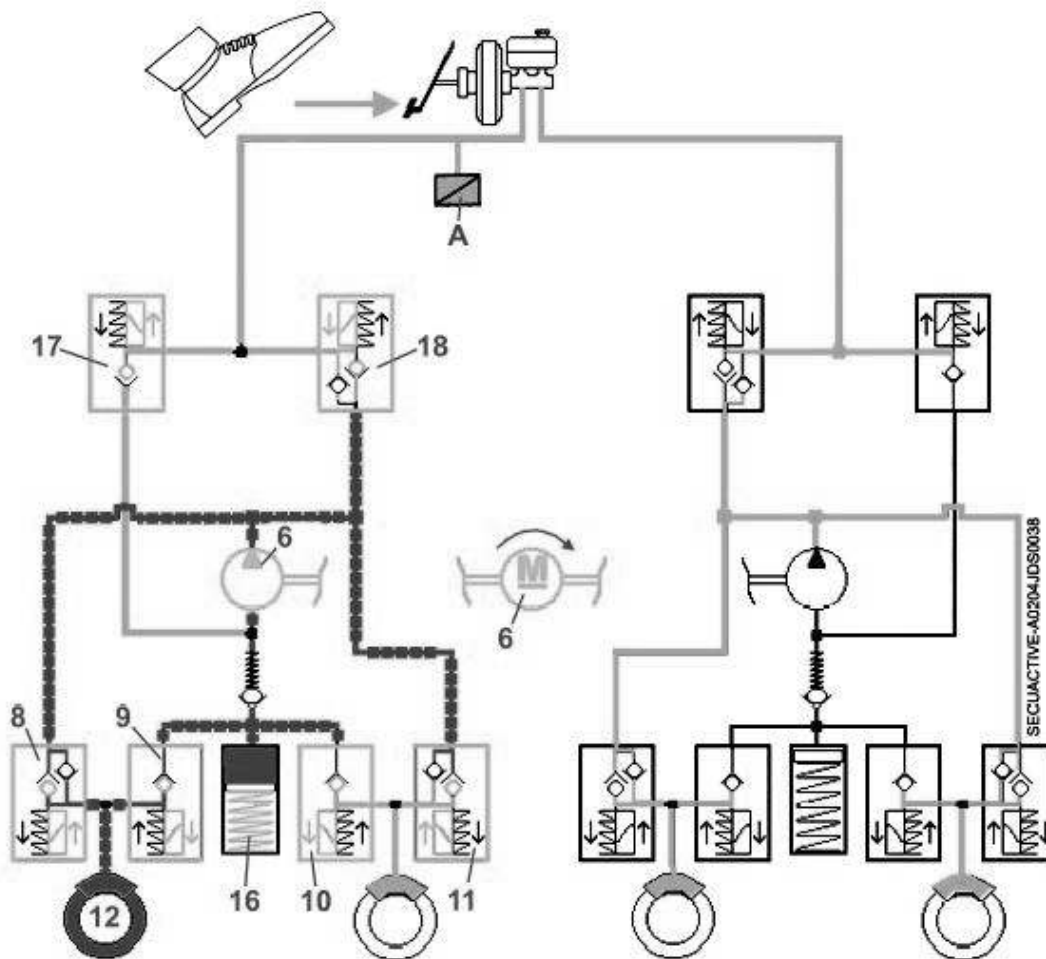
permite pompei electrohidraulice să aspire lichid.

- Electropompa hidraulică (6).

Calculatorul comandă electrovana de admisie (11) a roții din spate opusă roții frânate din față, pentru a o izola.

Se reglează presiunea de frânare pe roata dorită (12) prin electrovanele de admisie (8) și de evacuare (9) de aceeași manieră ca în cazul ABS.

### *Reglarea ESP cu acțiunea conducătorului pe pedala de frână*



Dacă conducătorul frânează în timpul unei reglări ESP, funcționarea hidraulică rămâne cvasi identică.

Pe circuitul în «X» unde nu avem reglare ESP, frânarea se stabilește normal pe cele două roți.

Din contră, celălalt circuit al «X-ului» în care avem reglare, este izolat de cilindrul principal. Frânarea conducătorului nu se aplică deci pe aceste două roți. Grație informației captorului de presiune (A), sistemul poate modula presiunea de frânare pe cele două roți. Calculatorul va regla presiunea de frânare deschizând electrovanele de admisie (8) și (11) și pe cele de evacuare (9) și (10) pentru ca presiunea de frânare a conducătorului să se aplice egal pe cele două roți (12 și 13).

#### **Descrierea funcționării electrice**

Pentru a activa o reglare ESP, sistemul trebuie să cunoască în toate momentele traiectoria dorită de șofer și pe cea reală pe care se înscrie vehiculul. Pentru aceasta el primește următoarele informații



(în plus față de viteza și accelerația longitudinală a mașinii) :

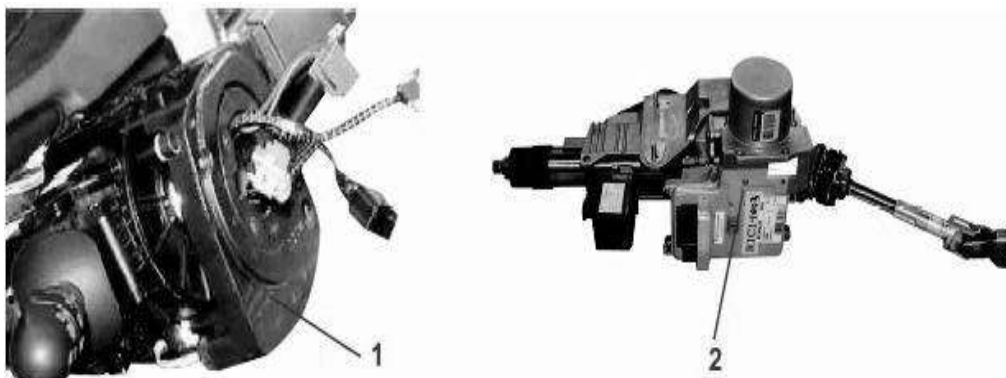
- Unghiul volanului.
- Viteza de răsucire a mașinii.
- Accelerația transversală a vehiculului.

Apoi, în timpul unei reglări ESP, sistemul utilizează informația captorului de presiune de frânare.

Toți acești captori sunt conectați calculatorului de ESP.

#### ***Informația de unghi al volanului***

Sistemul pentru control dinamic al traiectoriei utilizează acest captor cu scopul de a determina traiectoria dorită de conducător. Această informație este o cerere din partea conducătorului.



## **9. Elemente mecatronice pentru asigurarea confortului**

### **9.1. Ștergerea parbrizului**

Există două versiuni de sisteme de ștergere :

- o versiune manuală,
- o versiune automată cu captor de ploaie.

În cazul ștergerii manuale acționând maneta de ștergător, putem obține 4 acțiuni :

- Oprește (0).
- Baleiere intermitentă (1). Între două baleieri, ștergătoarele se opresc câteva secunde. Este posibilă modificarea timpului între baleieri rotind de temporizator.
- Baleiere continuă lentă (2).
- Baleiere continuă rapidă (3).

În cazul ștergerii automate cu captor de ploaie regăsim aceleași 4 poziții, dar cu unele funcțiuni diferite.

- Oprește (0).
- Baleiere automată (1).

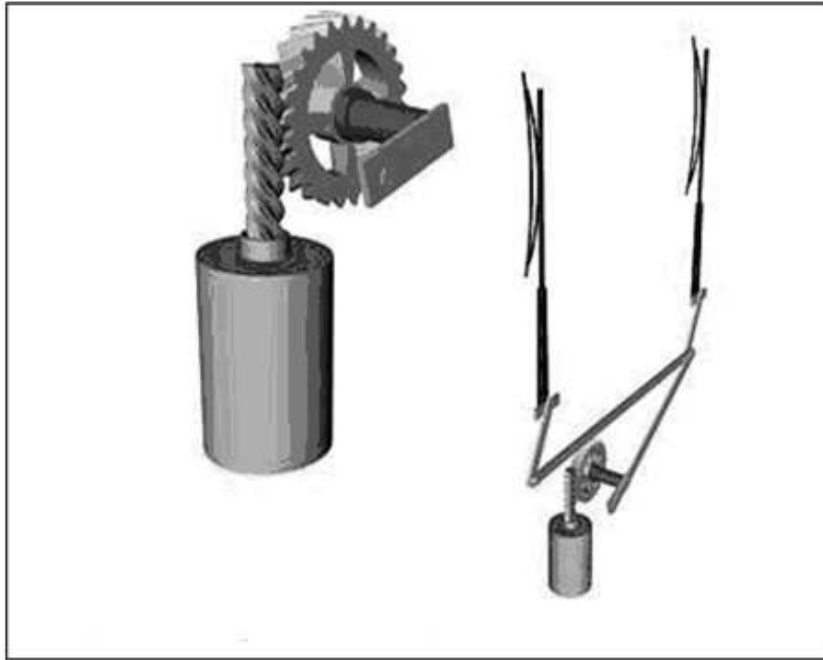
Această ultimă poziție acționată, sistemul detectează prezența apei pe parbriz și declanșează baleierea cu viteza adaptată. Este posibilă modificarea sensibilității captorului rotind de temporizator.

- Baleiere continuă lentă (2).
- Baleiere continuă rapidă (3).

Utilizatorul acționează sistemul de ștergere prin comanda de sub volan din partea dreaptă. Această comandă pilotează ștergătoarele față, spate și spălătorul de parbriz.

Ștergătoarele de parbriz combină 2 sisteme pentru a funcționa:

- o combinație între motorul electric și un angrenaj melcat care dă turația mecanică necesară ștergătoarelor.
- o parte electromecanică care produce rotația motorului în cele două sensuri.

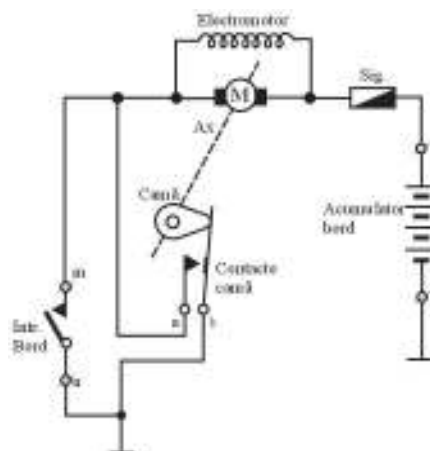


Motorul are nevoie de o cantitate de energie pentru a accelera lamelele ștergătoarelor de-a lungul parbrizului. În interiorul ansamblului motor/transmisie este circuitul electronic care detectează când ștergătoarele sunt în poziția jos. Circuitul menține puterea la ștergătoare până când acestea sunt parcate la partea de jos a parbrizului, iar apoi taie contactul de la motor.

## 2.2. Sistemul de pârghii

Pe arborele de ieșire a mecanismului de reducere este atasată o camă de dimensiuni reduse.

Această camă pune în mișcare motorul atunci când ștergătoarele sunt puse în funcțiune, și este conectată cu o tijă lungă. Prin învârtirea camei, acționează și tija în față și în spate. Tija mare este conectată la o tijă mai mică care acționează ștergătorul din fața șoferului, iar o altă tijă lungă transmite forța de pe partea șoferului punând în mișcare lamela ștergătorului de pe partea pasagerului.



Funcționarea ștergătorului de parbriz

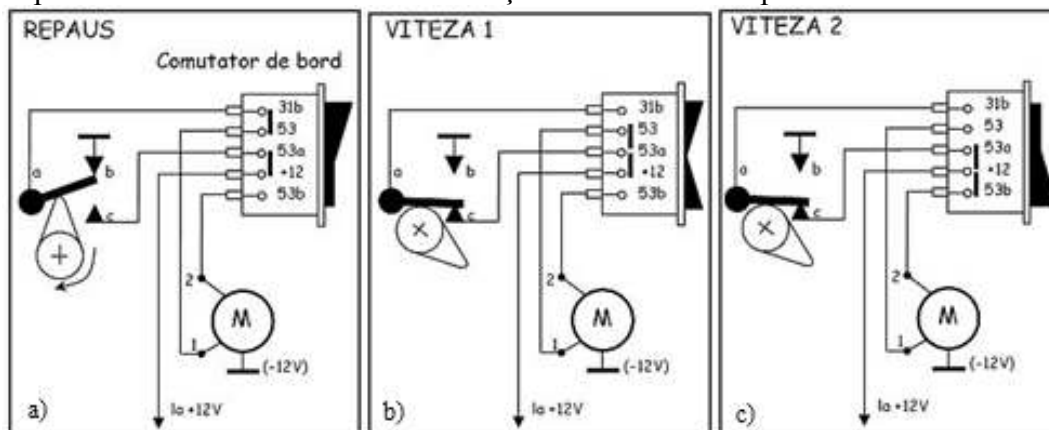
Schema clasică de funcționare a unui ștergător de parbriz.

Acesta cuprinde un electromotor de curent continuu, un sistem mecanic care transformă mișcarea de rotație în mișcare de basculare a brațelor ștergătoarelor, un întrerupător de bord I ce se pornește și oprește electromotorul, o camă fixată pe sistemul de demultiplicare, o pereche de contacte acționate de de camă și legate din punct de vedere electronic în derivație cu întrerupătorul I și o siguranță Sig. Pentru o deplasare completă (dus - întors) a brațelor ștergătoarelor cama face o rotație completă. Schema funcționează în felul următor:

La acționarea lui I, electromotorul primește tensiune de la acumulatorul de bord și începe să se rotească. În același timp este pusă în mișcare și cama, care ieșind din poziția de repaus lasă ca cele două contacte a-b să șunteze întrerupătorul I.

La trecerea lui I în poziția "oprit", electromotorul continuă totuși să se rotească până când cama trece în poziție de repaus și când se desfac contactele a-b. De aici rezultă că, pentru o cuplare de scurtă durată a lui I, mecanismul de ștergere face o cursă dus-întors completă, oprindu-se totdeauna în poziția de repaus. Aceasta cursă completă este asigurată de camă împreună cu contactele sale, care, odată deplasată din poziția de repaus, continuă să asigure alimentarea electromotorului până la momentul desfacerii contactelor a-b.

Ștergătorul de parbriz este construit cu două viteze și cu frână electrică printr-un contact ala camei



Brațele ștergătoarelor sunt făcute să fie atașate într-un singur punct, adică în mijloc, dar o serie de brațe sunt făcute să se împartă de la mijloc, deci lamela este conectată în 6 sau 8 locuri.

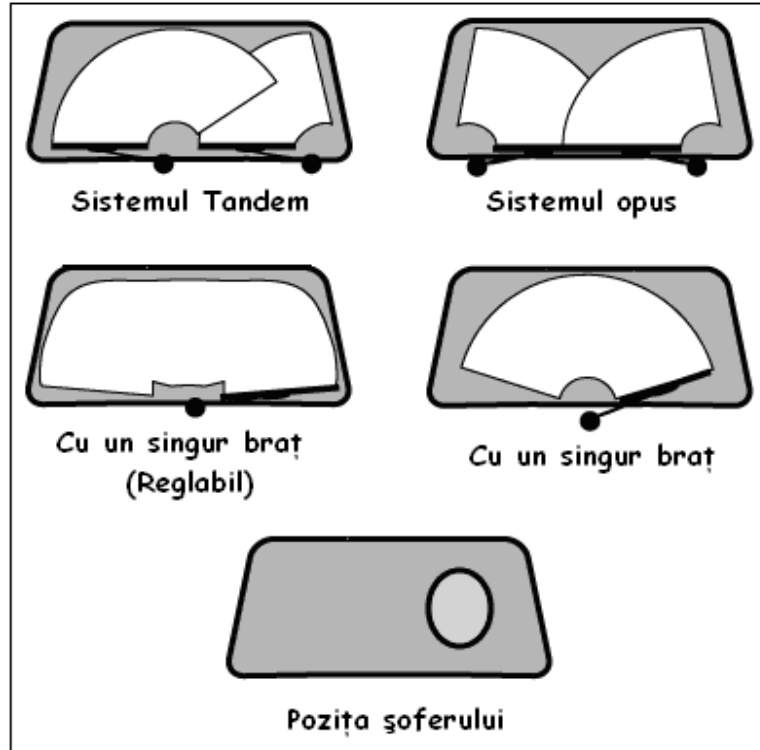


. Majoritatea mașinilor au același model pentru ștergătoarele de parbriz:

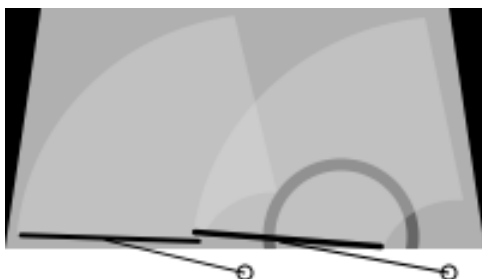
- cu 2 lamele care sunt mișcate împreună pentru a curăța parbrizul

- una din lamele dintr-un punct apropiat șoferului și cealaltă lamelă din mijlocul parbrizului. Acesta este sistemul Tandem ce curăță o parte mai mare din parbriz pentru o vedere mai bună a șoferului. Sunt alte câteva modele pe unele mașini. Mercedes folosește ștergătoarele cu un singur braț (reglabil). Acest fel de ștergătoare oferă o mai bună acoperire a parbrizului, dar este mai complicat decât modelul standard cu două ștergătoare.

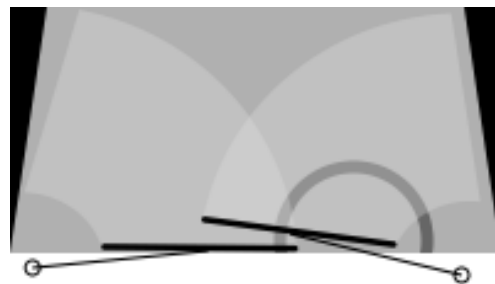
Unele mașini folosesc ștergătoare care sunt montate opus și se mișcă invers sau cele montate în mijloc care nu oferă o bună acoperire a parbrizului în comparație cu cele standard cu două ștergătoare.



Exista mai multe sisteme de stergere a parbrizului



Simetrice, cele mai comune, găsite pe marea majoritate a vehiculelor



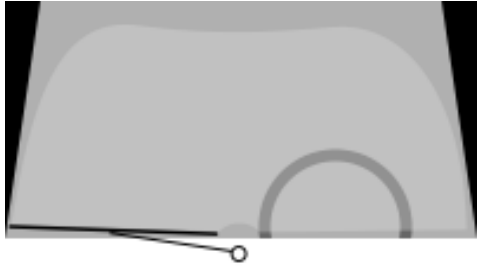
Mercedes-Benz W114, W168, Sharan, pe Honda Civic, unele minivan, unele autobuze școlare, Peugeot 307



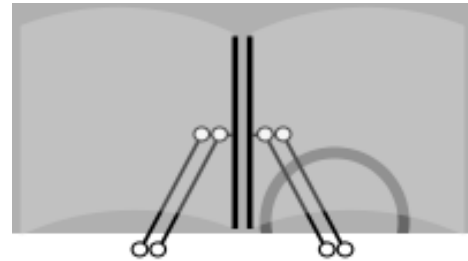
SEAT Altea, SEAT León Mk2,  
SEAT Toledo MK3



VAZ-1111 Oka, 1990, Citroen AX



Subaru XT, Mercedes-Benz  
W124, W201, W202, W210



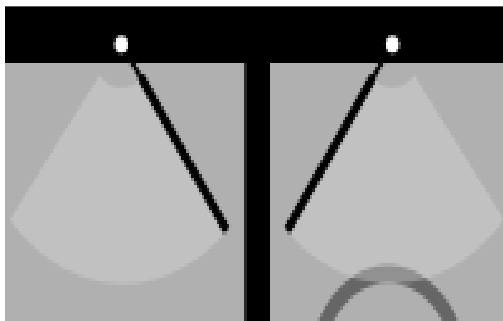
Autobuze, unele autobuze școlare  
Mercedes-Benz O305



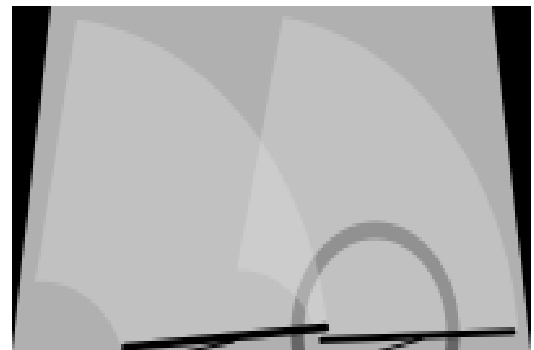
MAN, Toyota FJ Cruiser, Jaguar E-Type,  
MGB, MG Midget, Austin Healey Sprite



învechite, găsite pe unele  
mașini de pompieri vechi



SUA vehicule militare cu roți,  
unele autobuze școlare



Ca și prima fig. dar în oglindă,  
Mercedes-Benz W140

## Ștergătoarele intermitente

Circuitul de ștergere intermitentă determină ștergătoarelor de parbriz automate în a șterge odată la câteva secunde în loc să ștergă în mod constant. Intarzierea este în continuu reglată de un potențiomtru.

### Actionarea ștergătoarelor

Majoritatea ștergătoarelor au două viteze, lentă și rapidă, deasemenea, are și o setare intermitentă. Când ștergătoarele sunt pornite la viteză mică sau mare ele funcționează în setare continuu, dar când sunt pe setare intermitent, acestea se opresc temporar la fiecare ștergere. Sunt multe feluri de întrerupătoare pentru ștergătoare.

Unele mașini au doar o setare intermitentă, altele au 10 setări discrete și altele au o scară pentru setarea timpului de funcționare.

Ștergătoarele pot fi acționate de o varietate de mijloace, deși majoritatea utilizate în prezent sunt acționate de un motor electric printr-o serie de componente mecanice, de obicei, mecanisme patrulare în serie sau paralel.

### Spălător de parbriz

Majoritatea ștergătoarelor de parbriz funcționează împreună cu un spălător de parbriz, o pompă care furnizează un amestec de apă, alcool, și detergent (un amestec numit lichid de spălare parbriz, de la un rezervor, pe parbriz. Fluidul este distribuit prin intermediul duzelor montate pe capotă, sau pe ștergătoarele înșiși. De obicei sunt folosite duzele convenționale, dar unele modele utilizează un oscilator fluidic pentru a dispersa lichidul mai eficient.

În zonele cu climă mai caldă, apa poate circula, de asemenea, dar se poate congela în zonele cu climă mai rece, deteriorând pompa. Deși antigelul auto este chimic similar cu lichidul ștergătoarelor de parbriz, acesta nu ar trebui să fie utilizat, deoarece poate deteriora vopseaua.

### Întrerupătorul pentru ștergătoarele de parbriz

La orice fel de întrerupător de ștergător e mai greu să fie setat, deoarece, atunci când sunt setate să funcționeze la o viteză foarte mare, curăță parbrizul bine dar se uzează mai repede lamelele de cauciuc, iar dacă sunt setate să funcționeze mai încet scade vizibilitatea șoferului.

Din fericire fabricanții de mașini au rezolvat această problemă realizând ștergătoare cu detector de ploaie.



Un întrerupător pentru ștergătoarele de parbriz.

Există două versiuni de sisteme de ștergere :

- a) o versiune manuală,
- b) o versiune automată cu captor de ploaie.

a) Cu motorul în funcțiune sau funcția accesoriu, se acționează maneta 1:

A – oprire

B - ștergere intermitentă(între două ștergeri, lamelele se opresc câteva secunde. Este posibilă modificarea intervalului dintre ștergeri prin rotirea inelului 2)

C - ștergere continuă lentă

D - ștergere continuă rapidă

#### Particularitate

În timpul deplasării, oprirea vehiculului reduce frecvența de ștergere. De la o viteză continuă rapidă, se trece la o viteză continuă lentă. Când vehiculul începe să ruleze, ștergerea revine la viteza selectată inițial. Orice acțiune asupra manetei 1 este prioritară și prin urmare anulează modul automat.

Vehiculele cu ștergător de parbriz cu intermitență automată.

b) Cu motorul in funcțiune sau funcția accesoriu, acționați maneta 1:

A - oprire

B - ștergerea intermitentă automată (Când este selectată această poziție, sistemul detectează prezența apei pe parbriz și declanșează ștergerea cu viteză de ștergere adaptivă. Este posibilă modificarea intervalului dintre ștergeri prin rotirea inelului 2)

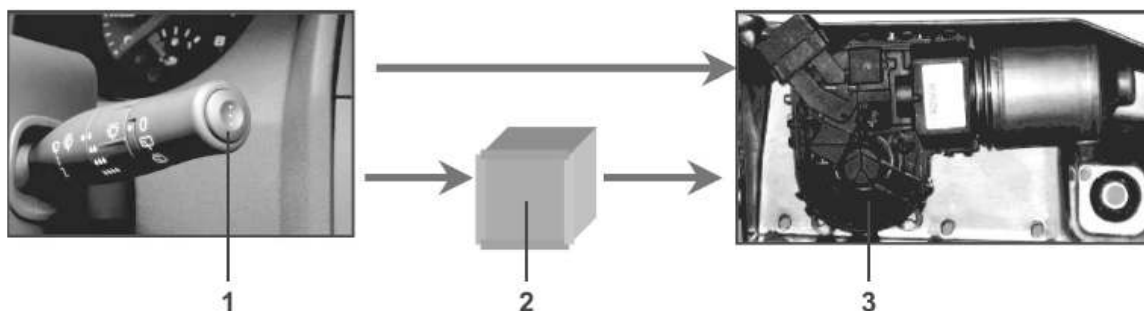
C - ștergere continuă lentă

D - ștergere continuă rapidă

#### Comanda directă

Pilotarea motoarelor electrice (față și spate) se face direct prin monomanetă.

Temporizarea (funcția de ștergere intermitentă) se realizează cu o cutie temporizator.

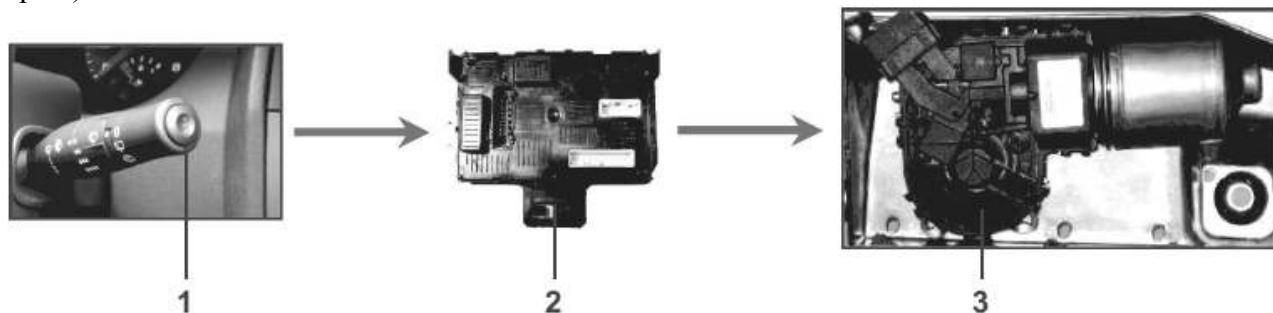


Comandă directă: 1 - Monomanetă, 2 - Cutie temporizator, 3 - Motor,  $\Rightarrow$  Legături filare

#### Comenzi indirecte

Vehicule echipate cu o cutie electronică (de exemplu : Unitate Centrală Habitaclu)

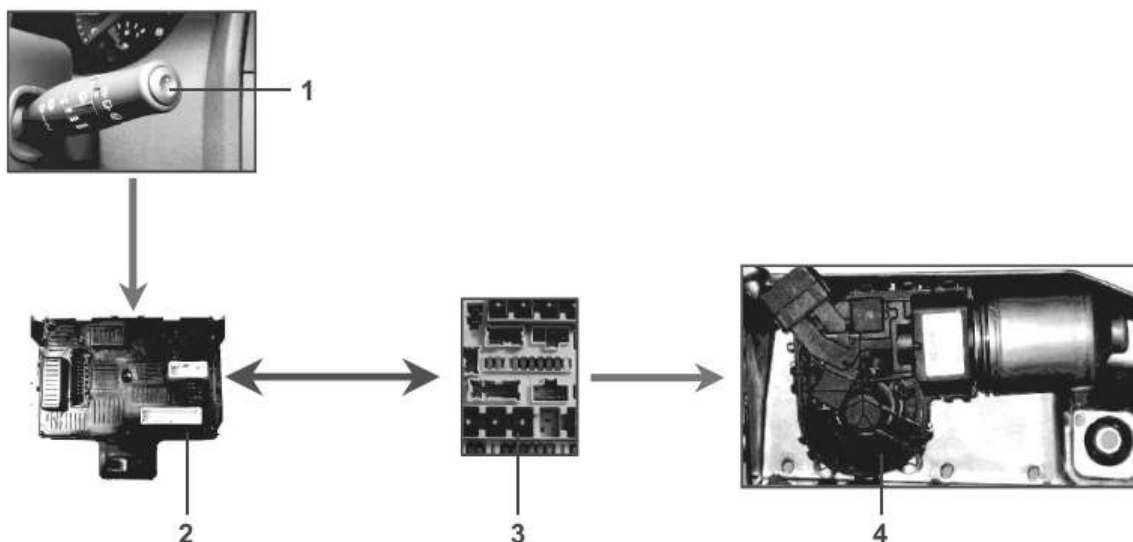
UCH-ul primește informații de la monomanetă. El comandă direct motorul de ștergător (față sau spate).



Comandă indirectă: 1 Monomaneta, 2 UCH, 3 Motor,  $\Rightarrow$  Legături filare

### Vehicule echipate cu mai multe cutii electronice (de exemplu : UCH și UPC)

UCH-ul primește informații de la monomanetă. El dă ordin unei alte cutii electronice, prin intermediul rețelei multiplexate a vehiculului, să acționeze motorul de ștergător.



Rețele multiplexate: 1 - Monomanetă, 2 - UCH, 3 - UPC, 4 - Motor,

⇒ Legături filare, ⇔ Legături multiplexate

### Motorul clasic de ștergător

Este un motor de curent continuu cu 3 perii. Cea de a treia perie este folosită pentru obținerea celei de a doua viteze.



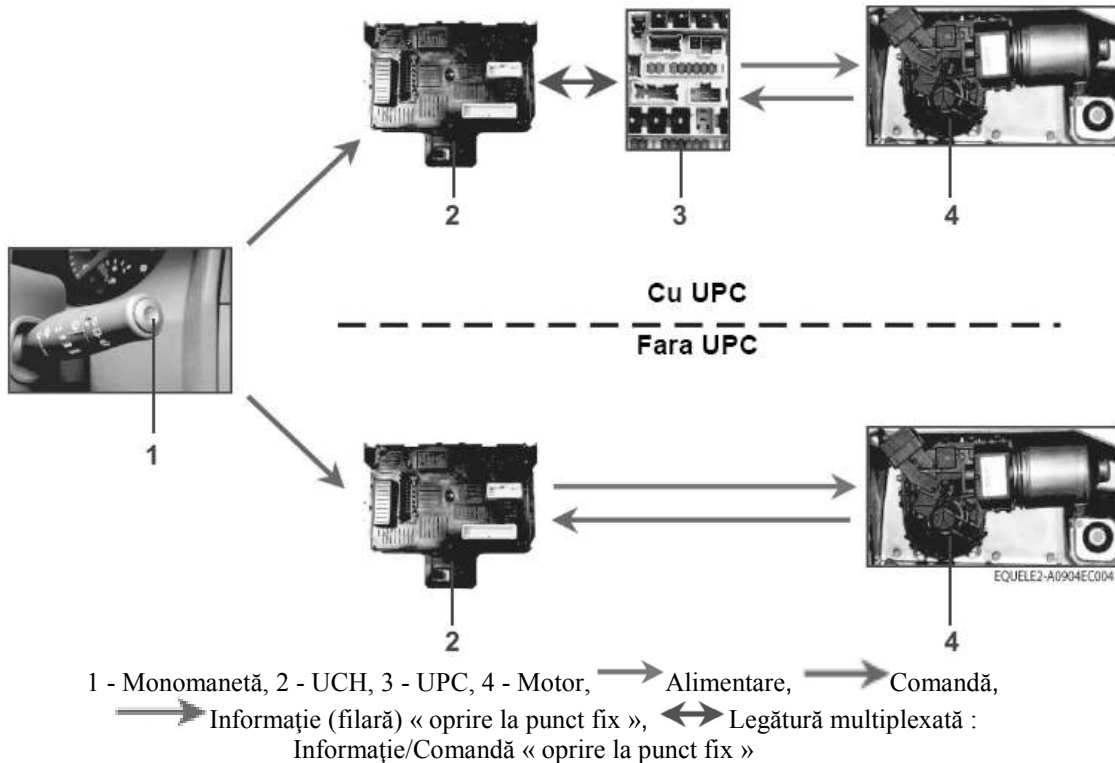
Motor clasic : RENAULT Modus

Poziția « oprire la punct fix » este realizată de un contactor intern al motorului.

În cazul comenzi directe, motorul gestionează singur oprirea la punct fix. Adică, el păstrează o alimentare internă atunci când nu este în această poziție.

În cazul unei comenzi indirecte, cutia electronică este cea care întrerupe alimentarea motorului atunci când acesta este în poziția de oprire la punct fix.

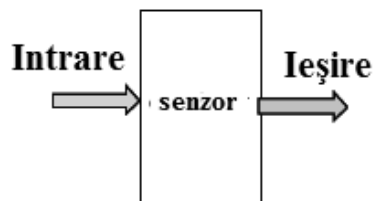




### Senzorul de ploaie

#### Definiția senzorului

Senzorul este un element care convertește mărimea de măsurat într-o caracteristică de natură electrică (sarcină, tensiune, curent, sau impedanță), ce poate fi prelucrată și transmisă electronic.



#### Captorul de ploaie

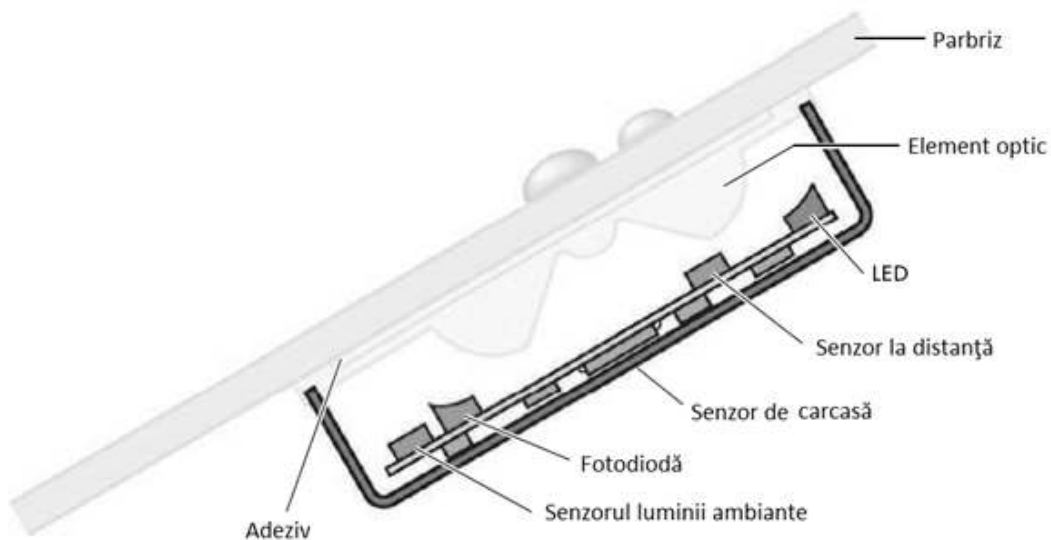
Sistemul ștergător de parbriz automat este utilizat pentru a detecta precipitațiile și să activeze ștergătoarele de parbriz a automobilului fără interacțiunea conducătorului auto. Sistemul a fost dezvoltat pentru a atenua activitățile de distragere a atenției de la conducere și de a permite șoferilor să se concentreze pe sarcina lor principală. Distragerea atenției eliminată de dezvoltarea acestui produs reprezintă ajustarea manuală a ștergătoarelor de parbriz atunci când conduce prin ploaie. Câteva secunde pe care un conducător auto își lua privirea de la drum pentru a regla un buton în timp ce conduce în condiții meteorologice nefavorabile ar putea duce la accidente auto. Sistemul folosește o combinație de senzori de impedanță și infraroșu pentru a detecta ploaia și intensitatea acesteia. Sistemul conține un microcontroller care preia semnalele de intrare de la senzori și controlează funcționarea ștergătoarelor de parbriz pe baza acestor semnale de intrare. Captorul de ploaie analizează prezența apei pe parbriz pentru a pune în funcțiune ștergătorul în mod automat. El determină și viteza de ștergere corespunzătoare, în funcție de cantitatea de apă prezentă.



Captorul de ploaie

### Structura detectorului de ploaie

Detectorul de ploaie și de lumină este compus dintr-o combinație de elemente de senzori sensibili la lumină și un led. Toate componentele sunt montate pe un circuit imprimat în carcasa sensorului. Un fascicul optic circulă din carcasa sensorului spre parbriz. Sarcina elementului optic este de a alinia fasciculul de lumină de ieșire și de intrare. Sensorul este fixat pe parbriz cu ajutorul unui adeziv. Zona de detecție a sensorului este de  $300 \text{ mm}^2$

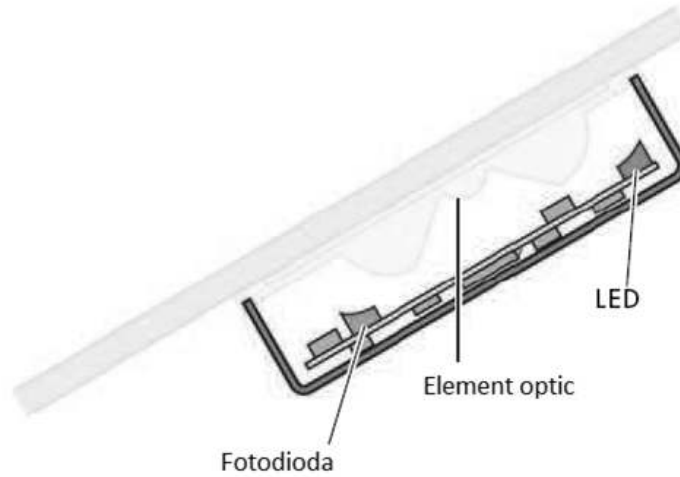


Componentele sensorului

Ledul și fotodioda sunt folosite pentru detectarea ploii, în timp ce senzorul luminii ambiante și un senzor de la distanță sunt folosite pentru detectarea luminii.

### Funcția detectorului de ploaie

Elementele sensorului de bază sunt un LED și o fotodiodă. Principiul sensorului de bază îl reprezintă lumina din LED parțial reflectată de suprafața parbrizului și, grupate de elementul optic, atinge fotodioda.



Elementele detectorului de ploaie

Măsura în care partea sensibilă a receptorului reflectă lumina, și, ca urmare, volumul de lumină care atinge fotodioda, se schimbă atunci când parbrizul este acoperit cu picături de apă sau o peliculă de apă. La o mai mare acoperire, lumina este reflectată mai puțin din cauza refracției luminii. Semnalul fotodiodei de ieșire poate fi folosit pentru a calcula cantitatea de precipitații. Timpul de răspuns a detectorului de ploaie este timpul ce trece între detectarea precipitațiilor și a emisiilor de semnal de ieșire la ștergătoare, este mai mică de 20 ms.

Reflecție cu un parbriz uscat



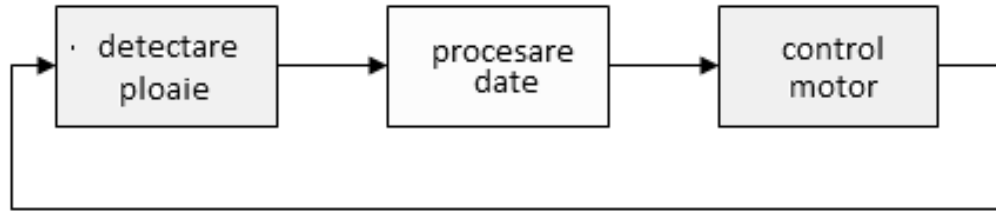
Reflecție cu un parbriz umed



Reflecția luminii

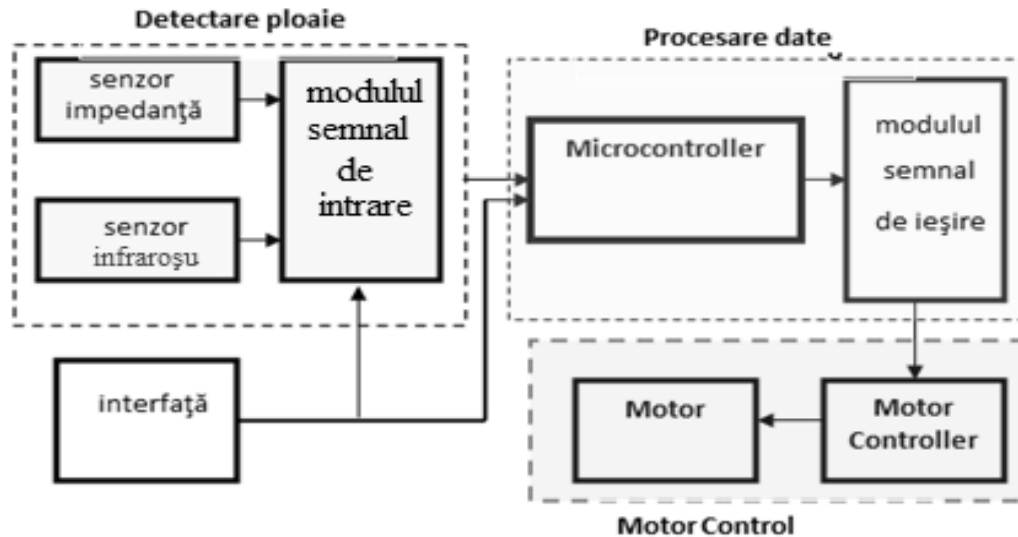
### 4.2 Schema funcțională

Modelul sistemului constă în a produce diagrama sistemului la un nivel ridicat. Sistemul este capabil de a detecta prezența picăturii de ploaie, proces în care datele provin de la senzori și permite controlul motorului.



Funcționarea schemei block

Caseta de detectare a ploii conține o serie de senzori de ploaie. Unitatea de prelucrare a datelor conține microcontroller, și modulul de control al motorului este compus din motorul de ștergere și circuitul de control. După stabilirea diagramei funcționale a fost întocmit un sistem a schemei block. Schema a doua reprezintă o versiune mai detaliată a schemei funcționale. În figura se descrie conținutul fiecărei unități.

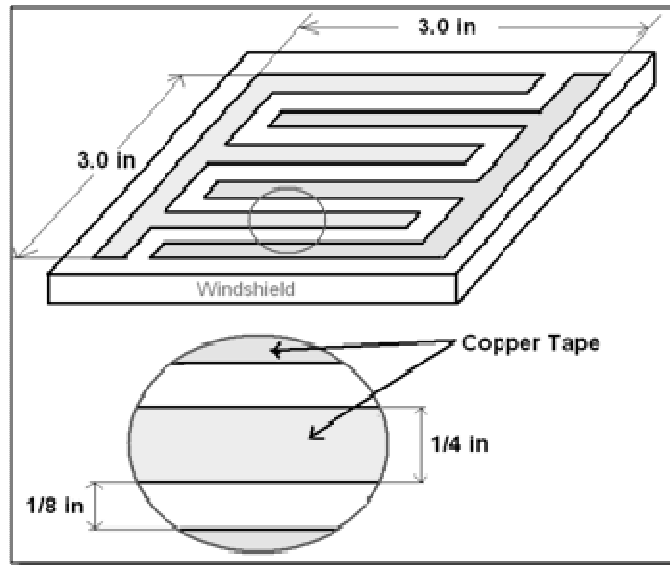


Sistemul schemei block

Unitatea de detectare ploaie utilizează două tipuri de senzori ale căror rezultate sunt normalizate printr-un modul de semnal de intrare. Prelucrarea datelor este făcută de un microcontroller, și rezultatele sale sunt introduse într-un modul de semnal de ieșire, aceasta fiind intrarea la caseta de control al motorului. Cele două module de semnale au fost necesare pentru interfațarea între toate unitățile.

### 4.3 Senzori de impedanță

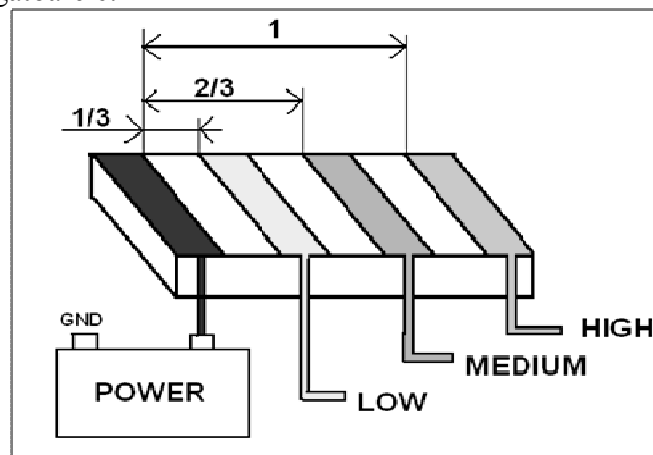
Sistemul detectează ploaia prin folosirea a două tipuri de senzori. Unul dintre ele este sensorul de impedanță. Grila este formată din două plăci de cupru în formă de pieptene separați de o distanță minimă de  $\frac{1}{8}$  inch. Sensorul este lipit de parbrizul din sticlă cu ajutorul unui adeziv puternic. Configurația subțire de plăci permite ștergătoarelor să alunece peste, fără să le desprindă. Atunci când plăcile sunt uscate, rezistența între cele două plăci este foarte mare, dar atunci când apa este între plăci, și poate circula între acestea, se reduce rezistența.



Senzori de impedanță tip grilă

Această operațiune va permite sensorului să poată fi utilizat ca senzor de ploaie, ce devine operațional atunci când, o placă este conectată la o sursă de alimentare, iar altă placă este luată ca senzor de ieșire. Spațiul dintre plăci este strâns legat de sensibilitatea senzorilor și rata de detecție. Mărirea spațiului dintre plăci scade rata de eșec, dar îi scade deasemenea sensibilitatea sensorului, care este invers proporțională cu timpul de răspuns al sistemului. O problemă a sensorului grilă este faptul că acesta poate acționa ca o antenă și să producă o tensiune variabilă, care poate declanșa o detecție falsă. O soluție la problemă constă în reducerea dimensiunii sensorului și fundamentarea semnalului de ieșire corespunzător.

Un nou model este format din plăci izolate distanțate pe verticală de o placă de putere unică. Măsurarea tensiunii la aceste plăci diferite, oferă un mod mai precis de determinare a ratei de precipitație. Dispozitivul de detectare poate fi montat oriunde pe parbriz, în cazul în care nu intră în contact cu ștergătoarele.



Trei canale, senzorul de ploaie pentru controlul vitezei

Această versiune îmbunătățită a sensorului de ploaie suferă de aceleași probleme ca și predecesorul său, dar oferă mai multă funcționalitate.

### Senzorul optic

Senzorii optici sunt folosiți pentru a detecta razele de lumină prin parbriz, și caută perturbări în fasciculele cauzate de stropii de ploaie de la suprafața exterioară a parbrizului. Senzorul de ploaie are un emițător care emite impulsuri de lumină, cuplat pe parbriz cu o lentilă. Aceste fascicule trec prin parbriz la aproximativ 45°. Prin cercetare a fost anticipat faptul că razele infraroșu trebuiau să fie în totalitate reflectate de suprafața exterioară a parbrizului în receptor. Atunci când se testează analogic senzorul infraroșu s-a stabilit faptul că, razele infraroșii nu au fost în totalitate reflectate pe parbriz, ci cu aproximativ 30% reflectată de suprafața exterioară a parbrizului. În rezolvarea acestor probleme sunt incluse folosirea diferitelor tipuri de sticlă pentru a reflecta razele infraroșii și comparând această producție cu rezultatele care reflectă razele infraroșii de pe o foaie de hartie albă. În concluzie, s-a stabilit că razele de lumină de la senzorii infraroșii nu au fost reflectate în totalitate de către orice tip de sticlă, și prin urmare metoda de proiectare a fost modificată. Deși lumina nu reflectă 100% din lumina emisă, a fost suficientă lumină reflectată de către sticlă pentru a detecta schimbarea reflexiei din cauza unei picături de ploaie. Partea rea e că limita de ploaie pentru senzor s-a redus și nu a putut fi determinată la fel de ușor, atunci când umezeala a fost prezentă. Dacă picăturile de ploaie sunt prezente pe suprafața exterioară a parbrizului, o parte din raze scapă și acest lucru reduce intensitatea fasciculelor. Detectorul va măsura această reducere a intensității și va comunica la restul sistemului care acționează ștergătoarele de parbriz. În figura 4.9 se prezintă diagrama de operațiuni.

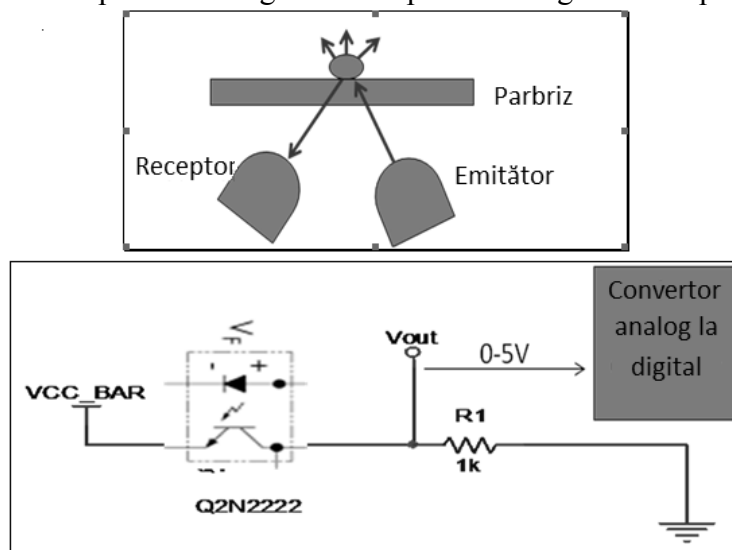


Diagrama senzoru infra-roșu

### Fotodioda

Fotodioda este un traductor optoelectronic, care transformă energia luminii în energie electrică. Aceasta constă dintr-o joncțiune P-N care poate fi iluminată exterior. Atunci când joncțiunea P-N polarizată direct ea conduce curent electric, iar când joncțiunea P-N polarizată invers, atunci nu conduce aproape deloc curent. Fotodiodele au un răspuns mult mai rapid și mult mai liniar decât senzorii fotografici, dar fotocurentul este mai mic.



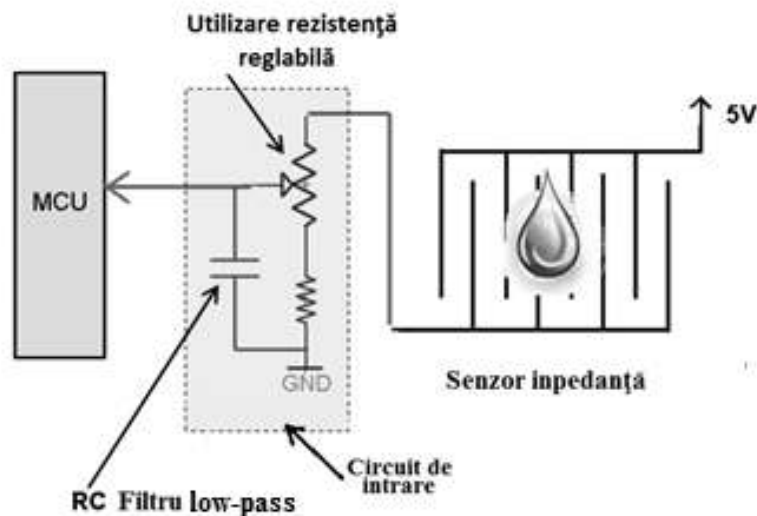
Fotodiodă

Funcțiile fotodiodei sunt:

- Controlul senzorului de ploaie și de lumină
- Elemente de bază a senzorilor CCD, care constituie zonele fotosensibile a camerelor video, și canelelor TV

#### 4.6 Modulul semnalului de intrare

Prima funcție a modului de intrare este de a normaliza toate semnalele senzorilor, astfel încât microcontroller-ul poate interacționa în siguranță cu unitatea de detectare a ploii prin a limita cantitatea de curent de intrare. În figură se descrie circuitul de punere în aplicare a modului. În plus, acesta găzduiește ghidul de control al circuitelor sensibile. Fiecărui modul îi este dedicat o parte separată în cadrul modului de intrare. În figură se prezintă circuitul intern conectat la senzorul de impedanță. Toți ceilalți senzori au circuit de intrare similare.



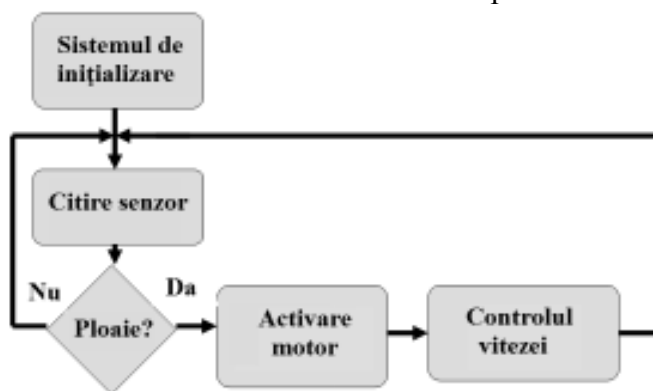
Circuit de intrare pentru senzor impedanță

Sensibilitatea este controlată de un potențiomtru, care poate fi controlat manual de către un utilizator. Rezistorul de protecție de sub potențiomtru asigură ca sistemul de ansamblu rămâne stabil și funcțional, indiferent de setările utilizatorului. Condensatorul introduce un filtru low-pass,

care ajută la stabilizarea senzorului de ieșire, astfel încât microcontroller-ul poate face citirea mult mai precisă. Circuitul de intrare, deasemenea, rezolvă problema de tensiune variabilă, oferind un motiv între senzor și microcontroller.

### Unitatea de prelucrare date Microcontroller și Controlul logic

Unitatea de prelucrare a datelor este compusă dintr-un microcontroller și un modul de semnal de ieșire. Comunicarea dintre programator și un microcontroller se face prin interfața serială bus (SPI). Programul executat de microcontroller este prezentat în figură



Rezumatul Sistemului de Control Logic

Odată ce sistemul este activat, blocul sistemului de inițializare verifică dacă senzorii sunt operaționali, stabilește intrarea corespunzătoare și pinii de ieșire, ce determină în cazul în care puterea este suficient de mare, pentru a menține microcontroller-ul în funcțiune.

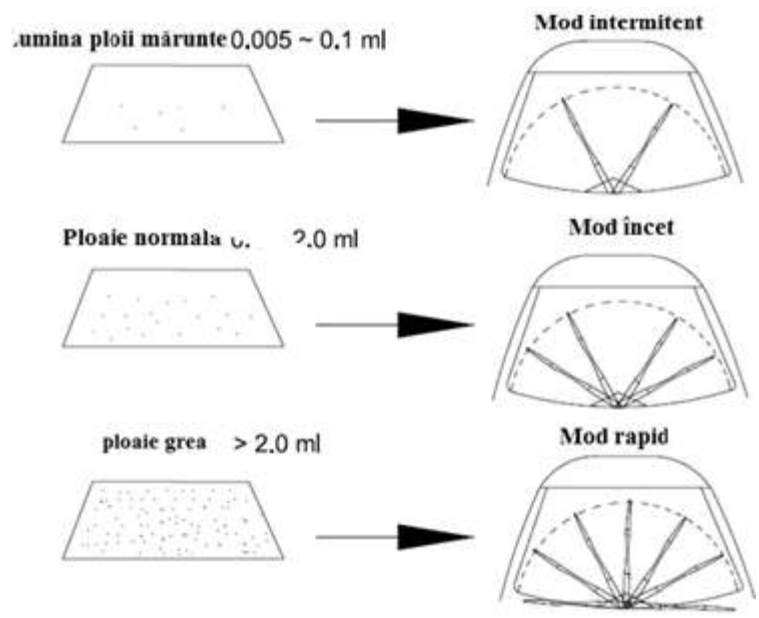
După efectuarea tuturor controalelor necesare, programul citește tensiunile de la senzorul de rețea impedanță și senzorul infraroșu într-o ordine secvențială. Dacă apa este detectată, microcontroller-ul trimite semnal la un releu de putere, astfel încât motorul ștergătorului este activat la viteza cea mai joasă.

Apoi microcontroller-ul citește senzorul de control al vitezei și determină viteza motorului adecvată, prin alimentarea altui releu. Releul suplimentar afectează schimbarea cantității de energie care duce la motor. Bucula, continuă atâta timp cât senzorii detectează apă pe parbriz.

Relația dintre modul ștergătoarelor și intensitatea ploii poate fi rezumată cum se arată în tabelul de mai jos.

Intensitate ploaie	cantitatea de apă	Ștergătoare		
		Mode	Viteză	Frecvența
Lumina ploii mărunte	0.005~0.1 ml	intermitent	Scăzut	Scăzut
Ploaie normală	0.1~2.0 ml	încet	Scăzut	Mediu
Ploaie grea	>2.0 ml	rapid	Mare	Mare





Modul ștergătoarelor

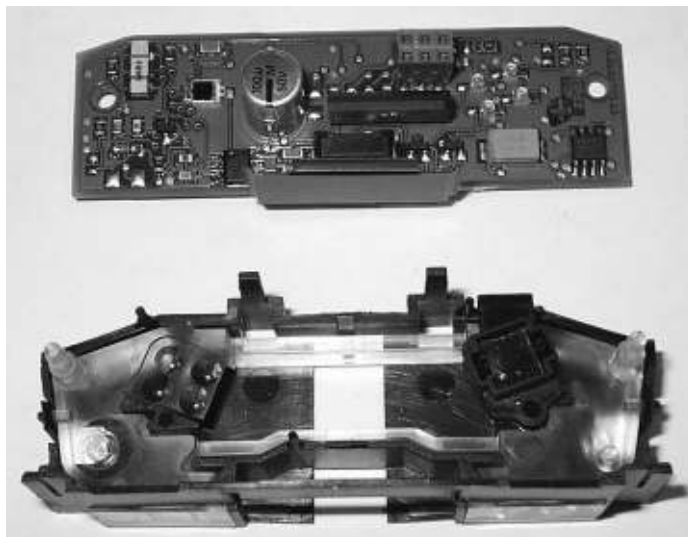
Poziționarea senzorului modul

Corect	Gresit

Poziționarea corectă a senzorului de ploaie

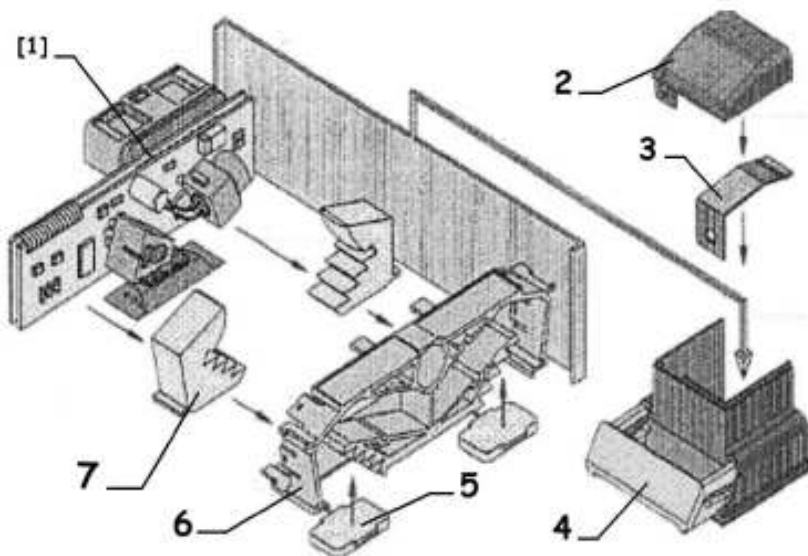
### Captorul de ploaie Bosch pentru Peugeot

Senzorul de ploaie are o parte optică și un sistem de operare electronic, împreună într-o cutie. Acesta este prins sub oglină, pe interiorul parbrizului



Captorul de ploaie Bosch

### Părțile componente ale detectorului de ploaie Bosch



Părțile componente

- 1- Circuit imprimat, diode: LED-uri si fotodiode, suportți și conectori
- 2- Capac
- 3- Arc de prindere pentru blocul optic
- 4- Cadru cutie cu suportții de prindere
- 5- Sticlă din silicon
- 6- Carcasă internă cu suport optic

## 7- Prismă

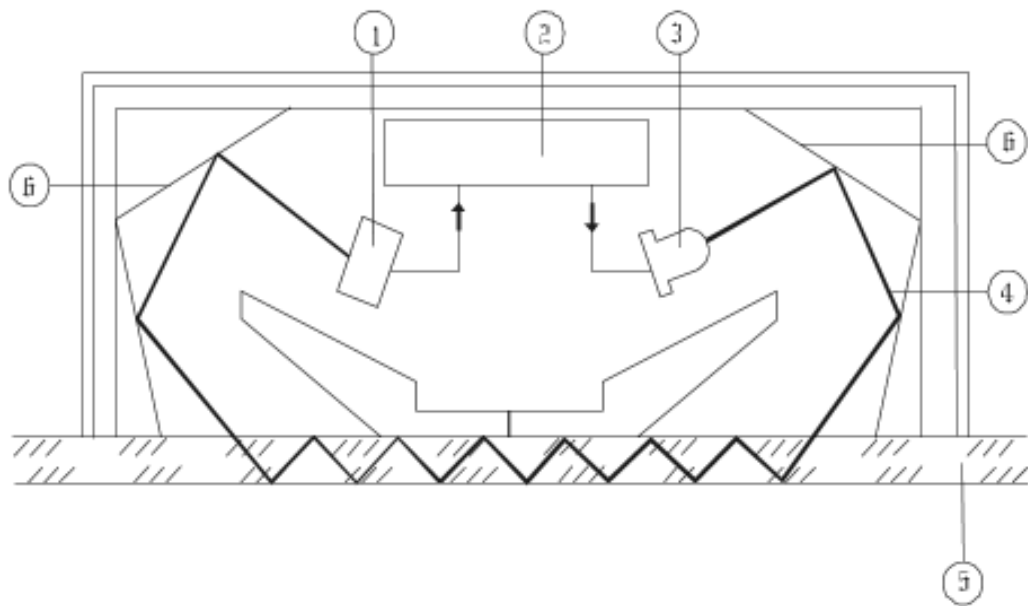


Diagrama senzorului în condiție de vreme bună

Senzorul de ploaie constă în patru elemente principale:

- O diodă emițătoare notată cu 3
- O fotodiodă notată cu 1
- Oglinzi sau prisme notate cu 6
- Un comparator notat cu 2

Totul este lipit de parbriz notat cu 5

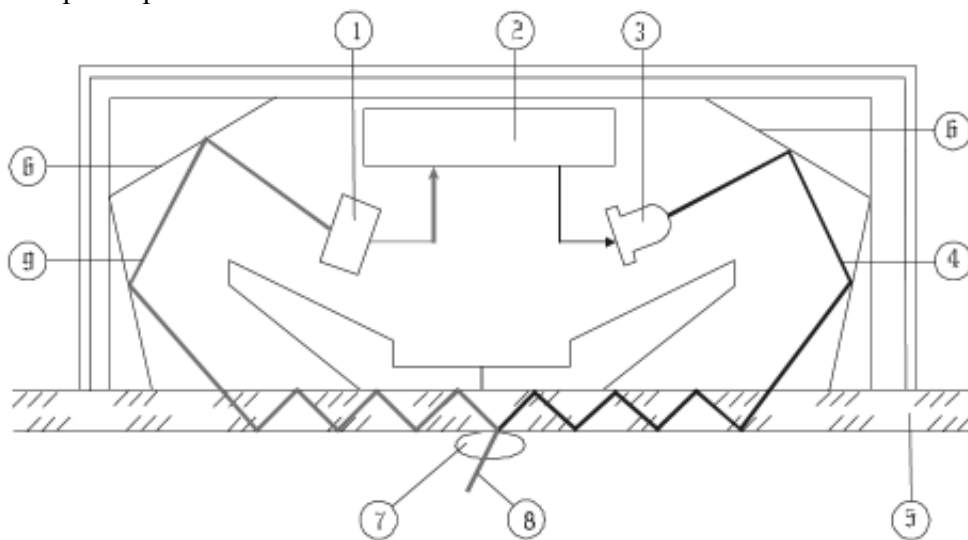


Diagrama senzorului în condiții de ploaie

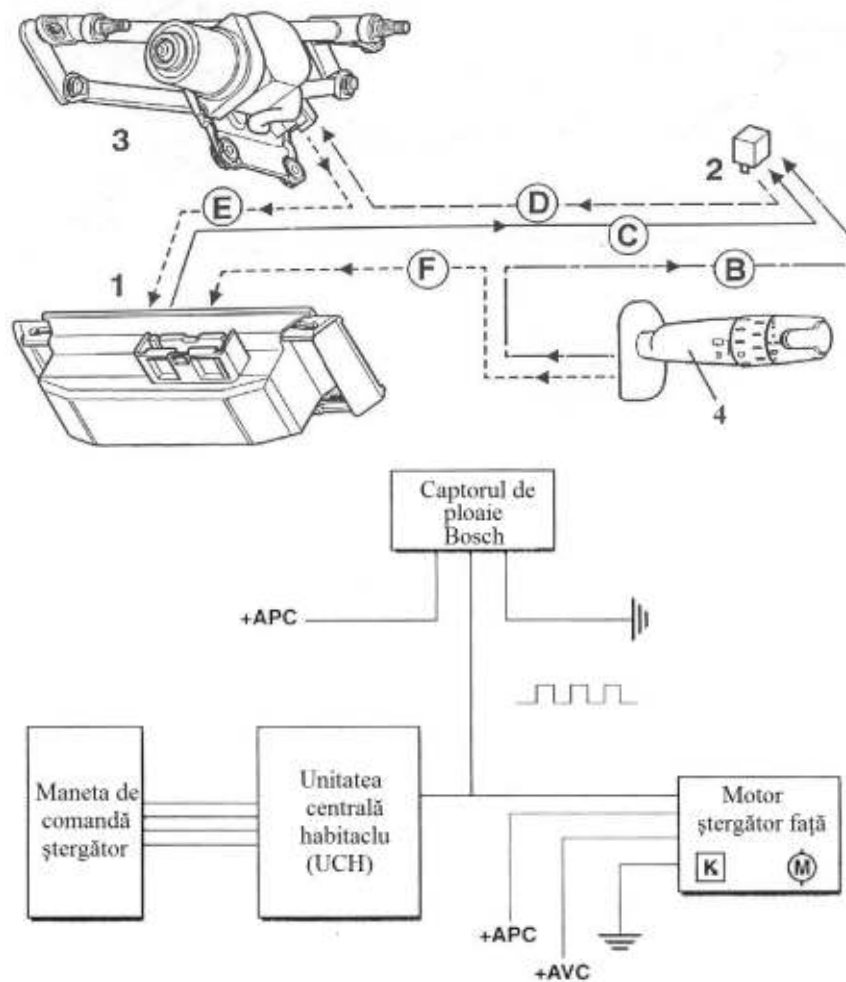
Sistemul funcționează pe principiul refracției luminii de pe parbriz. O rază de lumină de intensitate cunoscută (4), emis de către dioda emițătoare (3) este îndreptată spre parbriz prin

oglină (6). Această rază lovește interiorul parbrizului (5) o vreme de timp înainte de a reveni la sistemul de unde aceasta este acționată, prin intermediul unor oglinzi (6) la fotodioda (1)

Atunci când picătura de apă (7) ajunge pe fereastră în domeniul sensibil al sensorului, o parte din lumină este difractată (8). Cantitatea de lumină primită (9) de către dioda de primire este diferită la început. Comparatorul (2) va analiza raza de plecare și raza de sosire. În cazul în care constată o diferență de intensitate între aceste două fascicule, se va trimite o comandă de funcționare a motorului ștergătorului de parbriz. În funcție de intensitatea ploii, difracția este variabilă și electronica stabilește rata de baleiere (scanare).

În cazul acestui senzor de ploaie este echipat cu un sistem de încălzire, pentru a elimina prezența înghețului și a ceței în jurul senzorului.

### Schema de cablare a senzorului de ploaie Bosch



Schema de cablare

1 – senzor de ploaie; 2 – releu pentru senzor de ploaie; 3 – motor ștergător parbriz; 4 – manetă ștergător; B – controlul direct al turației joase; C – controlul releului (on/off – releul 2); D – controlul motorului ștergătoarelor (turație mică sau mare); E – returul motorului ștergătoarelor (oprire fixă); F – controlul altor întrerupătoare

UCH oferă o tensiune, pe care linia de alimentare face legătura cu senzorul de ploaie, unde necesită debit diferit și pune în funcțiune ștergătorul de parbriz, stabilind viteza de ștergere a ștergătoarelor de parbriz. În modul de acționare manual, UCH trimite semnal electric la motorul de ștergător, semnalul potrivit pentru ștergerea de viteză mică sau mare. În modul de funcționare automat senzorul de ploaie convertește acest semnal prin salturi de tensiune de la 0 la 12 V și invers. Electronica asociată cu motorul ștergătorului identifică apoi solicitarea senzorilor de ploaie, și dacă este necesar schimbă viteza ștergătoarelor.

## **9.2. SISTEME AUTO DE SECURITATE PASIVĂ (airbag și centura de siguranță)**

Odată cu creșterea densității traficului rutier și a vitezei medii de deplasare s-au înmulțit și numărul evenimentelor rutiere, astfel, creșterea gradului de securitate a devenit un domeniu prioritar pentru constructorii de automobile.

Acest vast și complex domeniu al securității se poate împărți în trei mari domenii :

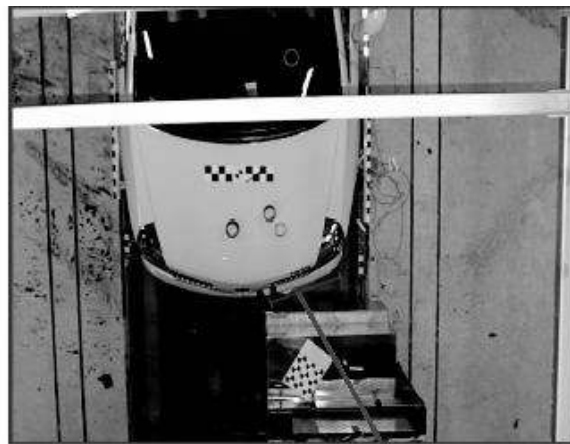
*Securitatea activă (primară)*, care reprezintă ansamblul de sisteme ce au ca scop evitarea accidentelor. Domeniul în care se regăsește: legătura cu solul, ergonomie, vizibilitate, informare conducător. Exemple : ABS, ESP, trenul rulant, volan reglabil pe înălțime, suprafețe vitrate.

*Securitatea terțiană*, este ansamblul de sisteme cu rol în accelerarea intervențiilor mijloacelor de securitate și constă în mijloace de prevenire a accidentelor în lanț, mijloace de localizare a vehiculului și în modul de acces în interiorul acestuia. Din această categorie fac parte: sistemul de apelare în caz de urgență prin GSM și localizare prin GPS (ODYSLINE), aprinderea lămpilor de avarie, mod de intervenție a pompierilor pentru airbagurile adaptive.

*Securitatea pasivă (secundară)* fiind definită ca ansamblul de sisteme care au ca scop protecția pasagerilor în timpul producerii coliziunilor.

Elementele de siguranță active, structura deformabilă de protecție din cadrul caroseriei și rezistența mecanică a cabinei pasagerilor nu sunt de ajuns pentru supraviețuirea ocupanților în cazul unui accident. În completarea acestora, constructorii de autovehicule au încercat crearea anumitor dispozitive de protecție care să împiedice deplasarea lor în cazul unor decelerații puternice și coliziunea cu zone și componente dure din interiorul cabinei. Aceste dispozitive au rolul de asigurare a pasagerilor pe scaune și de limitare a decelerării exercitate asupra lor, fac posibilă creșterea ratei de supraviețuire și reducerea traumatismelor în condiții și cazuri extreme de impact. Denumirea lor generică este de *sisteme suplimentare de reținere și asigurare pe scaune (SRS)* și se împart în două categorii: sistemele de protecție cu pernă de aer și centurile de siguranță. Împreună cu elementele deformabile la impact din cadrul structurii caroseriei, dispozitivele SRS formează așa numitul *sistem de securitate pasivă*.

Importanța sistemelor de securitate este demonstrată și de ultimele studii statistice de profil, care arată ca securitatea primează, fiind criteriul de selecție al unui model, înaintea prețului, performanțelor dinamice sau al consumului de combustibil. În Europa mai ales se evidențiază cu claritate tendința de a alege modelele cele mai sigure și cu un scor ridicat în testele de impact precum EuroNCAP



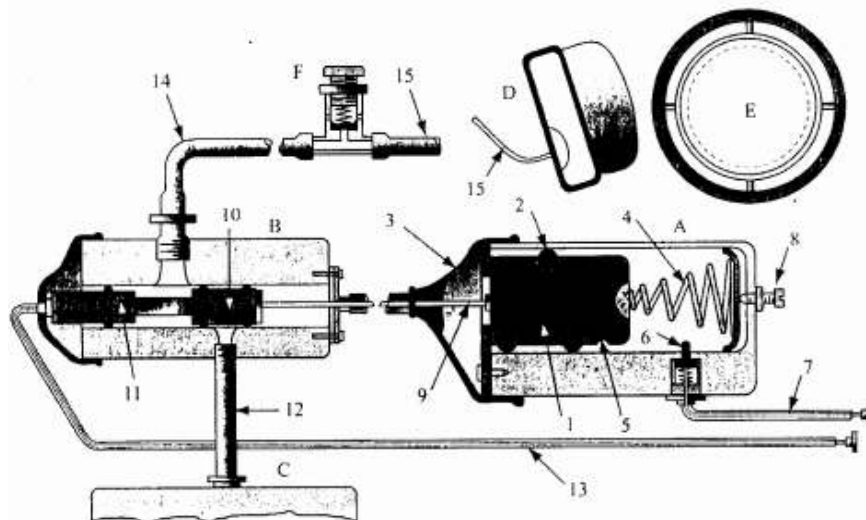
Suprafata de contact

Fig.9.1; Test de impact frontal, EuroNCAP (European New Car Assessment Programme-Program de Evaluare al Vehiculelor Noi).

Cele mai cunoscute dispozitive de securitate pasiva sunt centurile de siguranța în trei sau patru puncte de fixare, dispozitivele cu pernă de aer (airbag) și tetierele retractabile care asigură protecția necesară în cazul coliziunilor din spate. În afara acestora au fost introduse o serie de dispozitive auxiliare precum dispozitive de anticipare a coliziunilor (pre-crash), sau sisteme de protecție a pietonilor in cazul coliziunilor cu autovehicule (airbaguri exterioare si capote autoactionabile).

Introducerea protecției pasive la autovehicule își are începuturile prin anii 1950-1952 o data cu conceperea primei caroserii cu compartimentul pasagerilor rigid flancat de o zona deformabilă absorbantă de energie de către firma Mercedes Benz.

Dispozitivele cu pernă de aer au fost utilizate pentru întâia dată în aviație începând cu anul 1940. Primul dispozitiv airbag folosit la automobile a fost inventat in 1952 de către americanul John Hetrick, acesta fiind un sistem pur pneumatic și a fost pus in practică de către General Motors. Dispozitivul era construit dintr-un senzor-actuator mecanic de decelerație A, un ventil pneumatic B, un rezervor C plin cu aer sub presiune, perna cu aer D montată în volanul E sau in bord, în dreptul pasagerului din față, un ventil de protecție la suprapresiune F și o pereche de conducte pneumatice, respectiv de cabluri de acționare de tipul socului manual.



.Fig.9.2 Concepția constructivă a primului dispozitiv airbag apărut în 1952.

Declanșarea era comandată de o piesa mobilă 1 ce putea culisa în interiorul carcasei piesei A pe rolele 2 atunci când forța de inerție depășea forța elastică a resortului 4, Pragul fiind reglabil cu ajutorul unui șurub 8 cu piulița de blocare. Pe figură se observă prezența unei tije 6 ținută de un arc la un anumit nivel, care să permită interceptarea masei mobile și blocarea ei atunci când aceasta, culisând contra forței resortului trece cu adâncitura (cavitatea) 5 prin dreptul tijei palpatoare. Piesa mobilă 1 putea să revină în poziția inițială prin tragerea manuală a tijei cu ajutorul unui cablu 7 și a butonului aflat la bord într-o manieră asemanătoare cu cea a clapetei de șoc.

De la piesa mobilă 1 mișcarea se putea transmite printr-o tija 9 la ventilul pneumatic B. În interiorul ventilului se află un canal cu două porturi de acces a caror închidere sau deschidere se realizează cu ajutorul pistonului 10 prevăzut cu garnituri de etanșare. În poziția normală (airbag dezactivat), conducta 12 care alimentează blocul pneumatic cu aer sub presiune de la rezervorul C este închisă de pistonul 10. În cazul unui șoc datorat impactului frontal, deplasarea masei mobile 1 atrage după sine eliberarea portului 12 și pătrunderea aerului sub presiune din rezervorul C în perna cu aer D prin intermediul conductei și portului 14. Pentru a evita deteriorarea pernei sau a conductei datorită unor suprapresiuni accidentale în rezervor era prevăzut un ventil de protecție cu arc F. Cel de-al doilea piston 11 permite readucerea ventilului în poziția inițială în cazul unei declanșări accidentale a sistemului, acționarea sa realizându-se prin intermediul cablului 13 și al unui buton poziționat la bord.

Dispozitivul a cunoscut perfecționări continue printre cele mai importante putând fi amintită realizarea în 1967 a unui senzor mecanic de impact de dimensiuni reduse funcționând pe principiul bilei într-un tub și aplicat pe un model Chrysler, autorul fiind americanul Allan Breed.

În perioadele de început cele mai multe din inovațiile aduse noului dispozitiv au aparținut diferitelor companii americane, purtarea centurii de siguranță nefiind reglementată prin lege și nici așa de acceptată de pasagerii sau șoferii americani.

Din acest motiv, dar și din lipsa de date statistice disponibile, airbagul a fost considerat un înlocuitor al centurii având același grad de siguranță sau chiar mai mare, ce nu acționa decât în caz de accident, fără a necesita o interacțiune permanentă cu pasagerul protejat. Din aceste motive el a fost acceptat rapid și considerat un dispozitiv foarte util.

Deși airbagul a fost introdus pe un lot mai numeros de autovehicule de către firma Ford încă din 1971, primul model de serie dotat cu acest dispozitiv, Oldsmobile Toronado a fost fabricat în anul următor, iar din 1973 deja mai multe divizii printre care Buick, Oldsmobile sau Cadillac ofereau ca opțiune ambele dispozitive airbag pentru protecția pasagerilor din față.

Cazurile de traumatisme produse de activarea pernei cu aer au fost înregistrate pentru prima dată de compania GM care pe un lot de 10000 autoturisme echipate cu sistem airbag a înregistrat 7 decese în rândul pasagerilor sau conducătorilor auto.

În Europa, dispozitivul airbag este introdus pentru prima dată de către firma Mercedes în anul 1980 pe modelul W 126, iar în America el devine utilizat curent de firmele Ford și Chrysler cam din aceeași perioadă de timp. Tot atunci s-a realizat și faptul că sistemul airbag nu trebuie privit ca un înlocuitor al centurii de siguranță ci, din contră, ca un supliment al acesteia, împreună conducând la o îmbunătățire remarcabilă a gradului de siguranță în coliziuni.

Dispozitivul cu pernă cu aer folosit pentru protecția la coliziuni laterale a fost construit pentru prima dată de firma Autoliv în 1990. După anul 1990 sistemele SRS au înregistrat evoluții spectaculoase, atât sub aspectul creșterii numerice, cât și al îmbunătățirilor funcționale. Este destul de dificil să se facă o prezentare precisă a introducerii unui anumit sistem de protecție pasivă pe

piață datorită diferențelor de timp existente între apariția unor modele prototip, introducerea pe un model de autovehicul în serie redusă și dotarea de serie sau opțională a unui anumit parc de autovehicule. O altă dificultate constă în faptul că meritul pentru introducerea unui dispozitiv pe un anumit model pentru prima dată în lume este al fabricanților de autovehicule iar patentarea și fabricarea prototipului fiind meritul fabricanților de sisteme pasive de siguranță, succesul sistemului per ansamblu datorându-se de cele mai multe ori asocierii ambilor fabricanți. Este remarcabilă astfel deschiderea unor fabricanți de autovehicule precum BMW, Ford, Honda, Toyota, Volvo, Mazda, Nissan, sau mai ales Mercedes-Benz sau General Motors în ceea ce privește promovarea unor modele cu sisteme de securitate pasivă chiar de la apariția primelor prototipuri. Exemplificând cele arătate anterior asupra evoluției airbagului pentru impact lateral trebuie spus că primele cercetări au fost întreprinse de firma Autoliv încă din 1990 și de firma Morton (actuala Takata) în 1994. Dintre fabricanții de autovehicule ce au realizat astfel de sisteme pot fi amintiți Mazda în 1991, Mercedes-Benz în 1992-1993 sau Volkswagen în 1993.

În ceea ce privește perna cu aer de protecție pentru genunchi, primele cercetări au fost întreprinse de firma General Motors (1973), de Nissan (1975), Audi (1981), ulterior de Mazda (1986), Breed (1988), Honda (1988) și Morton (1994).

Centurile de siguranță pretensionabile au fost introduse pe un număr redus de autoturisme începând cu anul 1997 însă s-au răspândit rapid ajungând ca în anul următor să fie incluse în peste 15 % din autovehiculele fabricate în lume. Deși dispozitivele de *limitare a tensiunii* din centură au fost patentate înainte de anul 1988 iar în 1990 nu apăreau pe nici un model de serie, opt ani mai târziu peste 40% din autovehicule dispuneau de acest dispozitiv. Mercedes-Benz a fost prima firmă din lume care, începând din 1984 echipa toate modelele de serie cu centura pretensionabilă pe locurile din față.

Tot firma Mercedes-Benz echipează începând cu anul 1992 toate modelele cu airbag pentru conducătorul auto ca echipament de serie. Airbagul pentru pasagerul din față era o opțiune pentru modelele Clasei S.

#### **Eficiența utilizării sistemelor airbag în protecția pasagerilor**

Dispozitivul airbag a fost introdus pe autovehicule încă înainte ca utilizarea și parametrii săi de utilizare să fie reglementați prin legislație. În America, NHTSA aprecia conform datelor disponibile că, de la introducerea sa pe primele autoturisme în 1986, sistemul airbag a salvat în 10 ani 3148 șoferi și pasageri dintre care 72% nu purtau centuri de siguranță. Tot agenția americană estima că sistemele duale airbag (șofer, pasager față) salvează anual în lume un număr de 3200 vieți omenești. O altă estimare arată că utilizarea dispozitivelor airbag reduce urmările fatale ale accidentelor cu coliziune frontală în procent de 30%. Până în 1999 viețile salvate de dispozitivul airbag pe teritoriul american ajungea la 4600. Începând cu anul 1990 au început însă să fie semnalate și primele cazuri de urmări fatale produse de activarea airbagului (firma General Motors), până la 1 iunie 1998 statisticile confirmând 105 decese. Dintre acestea 38% reprezintă conducători auto, 58% copii (dintre care 87% aflați în față) și 4% persoane adulte. În marea majoritate a cazurilor cauza decesului s-a datorat forței de expansiune a pernei de aer la persoane aflate prea aproape de dispozitivul airbag. Cele mai afectate au fost persoanele de talie mică aflate la apropiere sub 25 cm de dispozitivul airbag. Deși cauza directă o constituie distanța prea mică față de dispozitiv în faza de umplere, cauzele indirecte probabile se datorează reglării distanței scaunului și apropierii de volan sau de bord ca urmare a taliei mai mici. De asemenea, majoritatea celor afectați nu purtau centuri de siguranță iar frânarea autoturismului premergătoare impactului a condus la apropierea lor de dispozitivul airbag.



Aceste accidente tragice au arătat că sistemele airbag al căror volum este potrivit pentru protecția unui adult neasigurat cu centură sunt suficient de puternice pentru a produce traumatisme și chiar decesul copiilor și persoanelor de talie mică aflate prea aproape de dispozitiv în momentul în care acesta se umflă. Urmarea lor a fost modificarea în 1996 a regulamentului FMVSS 208, proiectarea unor noi sisteme airbag mai "inteligente" al căror volum să se adapteze taliei ocupantului locului asociat și introducerea la cerere a unui comutator de activare/dezactivare a sistemului pentru persoane care prezintă anumite particularități ale taliei. În doi ani (1997-1998) fabricanții de dispozitive airbag au redus presiunea de umplere a sacului cu aer cu până la 22% în cazul șoferului și 14% pentru pasagerul din față.

Avantajele utilizării dispozitivului airbag fără centura de siguranță pretensionabilă controlată electric sunt în mare parte din cazuri ne semnificative comparativ cu simpla asigurare prin centura de siguranță convențională. Din determinările statistice efectuate până în anul 1996 a reieșit că din totalul de 50% reduceri ale urmărilor fatale în impact ca urmare a folosirii dispozitivelor de siguranță pasivă, 45% se datorează asigurării prin centura manuală, iar restul de 5% datorită dispozitivului airbag.

Datorită îmbunătățirilor aduse în mare parte a amendamentelor emise în 1996, statistica din 1999 raporta o reducere a urmărilor fatale în cazul impactului frontal de 45% datorat asigurării doar prin centura de siguranță manuală, 14% doar prin utilizarea dispozitivului airbag și 50% prin folosirea lor combinată. Centura de siguranță rămâne principalul dispozitiv de fixare și protecție a ocupanților în cazuri de impact, sistemul airbag având scopul de a suplimenta gradul de securitate. Între 1986 și aprilie 2001 numărul de vieți omenești salvate de utilizarea dispozitivului airbag a crescut la 6856, iar numărul de persoane decedate prin traumatism provocat de impactul cu pernă cu aer în faza de expansiune era de 175 dintre care 85 copii, 19 prunci în scaun special adaptat pentru locurile din spate, 64 conducători auto și 7 pasageri adulți. Repartiția statistică în raport cu starea de utilizare sau nu a centurii de siguranță este prezentată de graficul din figură .

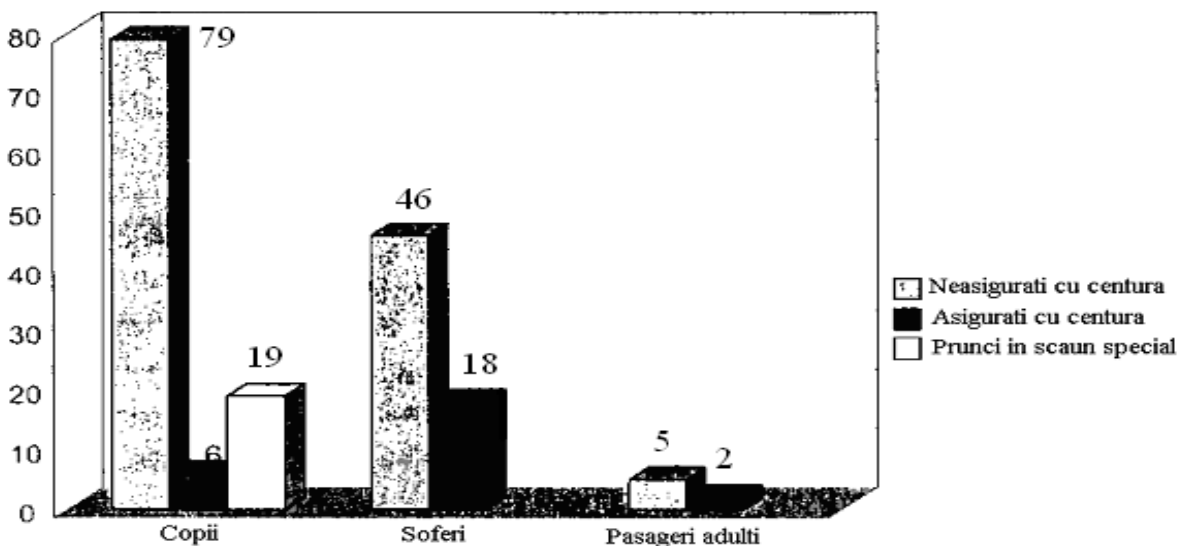


Fig.9.3; Numărul de decese datorate acțiunii airbagului în impact frontal și raportate pe categorii și stare de asigurare cu centura de siguranță.

Ultimele rapoarte estimează o reducere anuală a ratei de decese și accidentări grave în trafic cu peste 120000 cazuri de la introducerea sistemelor de siguranță pasivă, ceea ce nu este o

cifră semnificativă ținând cont că anual, în Europa au loc peste 1200000 accidente soldate cu peste 1600000 de persoane rănite și 42000 decedate.

Aceste statistici demonstrează că mai există multe aspecte care trebuie rezolvate în conceperea și funcționarea unui lanț integrat de securitate pasiv în cadrul autovehiculelor, cele mai importante referindu-se la anticiparea coliziunilor cu cel puțin 100 ms înainte de producere și asistarea conducătorului auto pentru prevenirea lor.

Ar părea că datele statistice par să nu susțină eforturile depuse de cercetători și fabricanți în sfera dispozitivelor de tip airbag. Acest lucru fiind adevărat doar dacă dispozitivele airbag și centurile de siguranță sunt analizate separat. Însa atunci când acțiunea lor este simultană, beneficiul adus de perna cu aer devine considerabil. Spre exemplu, numărul de decese în rândul pasagerilor asigurați cu centura și perna de aer este cu peste 26% mai redus, comparativ cu cel al pasagerilor asigurați doar prin centură.

De asemenea, considerând numărul de traumatisme craniene de severitate medie/severă suferite de conducătorii auto neasigurați (nici cu centură, nici cu dispozitiv airbag) ca referință, în cazul folosirii ambelor echipamente de siguranță se înregistrează o reducere cu peste 68% a numărului respectiv și doar cu 35% în cazul folosirii doar a centurii.

Avantajul utilizării ambelor echipamente comparativ cu cel al asigurării doar prin centura este prezentat și în figura de mai jos unde se observă că prin asigurare doar cu centură, la viteze mari de impact, datorită deplasării mari suferite de corp, coliziunea cu volanul nu mai poate fi împiedicată. În plus, s-a constatat că prin utilizarea airbagului se reduce semnificativ rata traumatismelor de gravitate redusă (contuzii, julituri, echimoze) la gât și umeri datorate strângerii prin centura de siguranță în timpul coliziunilor.

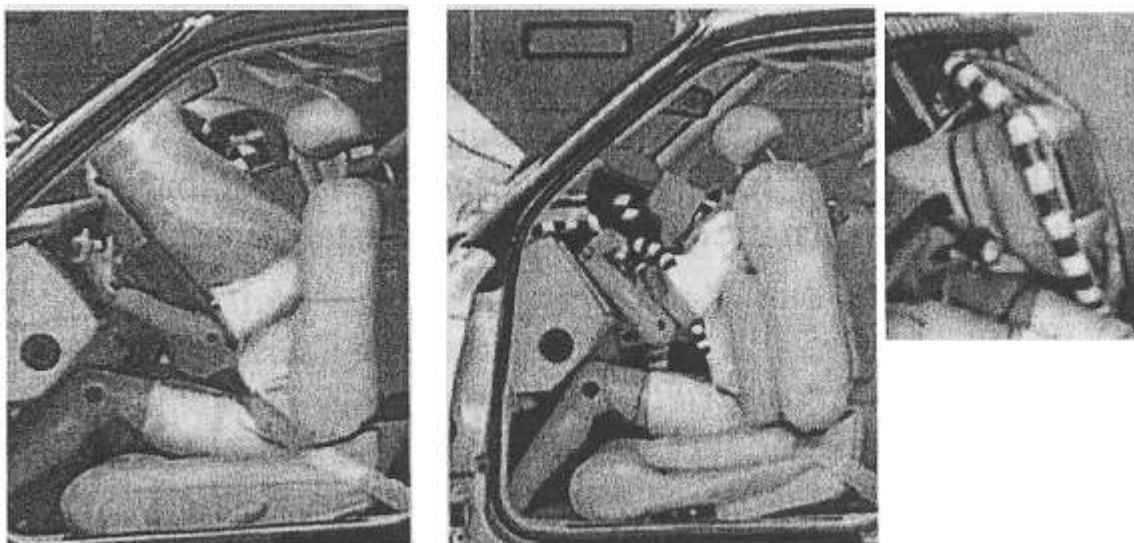


Fig.9.4 ;Față de asigurarea doar prin centura, airbagul împiedica contactul cu volanul la viteze mari de impact.

În eficientizarea folosirii sistemelor de siguranță pasivă o importanță deosebită o au și datele referitoare la tipurile uzuale de coliziuni între vehicule. Acestea oferă informații deosebit de utile pentru stabilirea optimă a configurației și localizării senzorilor de coliziune precum și a dezvoltării unor algoritmi de detectare rapidă și precisă a fiecărui tip de impact.

În cazul unor viteze ridicate devine imposibil de apreciat eficiența dispozitivelor de siguranță pasivă datorită penetrării sau deformării cabinei sau prin proiectarea pasagerilor în afara cabinei în special datorită neasigurării acestora cu centura de siguranță. Un alt factor ce duce la scăderea eficienței acestor sisteme este influența deviațiilor de la poziția normală datorită multitudinii de poziții posibile a pasagerului a căror cuantificare ar necesita un număr impracticabil de parametri.

Există o diferență între eficiența protecției prin airbag a conducătorului auto și cea a pasagerului din față datorită includerii volanului și a blocului pedalier în cazul postului de pilotaj, acestea fiind principalele corpuri dure ce produc traumatisme în cazul persoanelor neasigurate. Astfel contrar celor afirmate că locul de lângă șofer este cel mai periculos statisticile efectuate în anul 1998 în America au arătat că dintr-un număr de 14895 decedați sau grav traumatizați, 74% îl reprezentau conducătorii auto. Prezența volanului limitează spațiul disponibil pe care se poate deplasa corpul ca urmare a inerției rezultate din impact, totuși pasagerii de lângă șofer nu beneficiază statistic prea mult de pe urma unui spațiu mai mare, datorită caruia au timp să se apropie de viteza vehiculului decelerat (să-și reducă diferența de viteză).

Eficiența utilizării airbagului pentru călătorii aflați pe scaunul din față este influențată și de tipul persoanei respective (vârsta, sex, înălțime, greutate). Amplasarea copiilor pe locul din față ridică probleme legate de utilizarea dispozitivului airbag deoarece categoria respectivă de pasageri este mult mai expusă traumatismelor rezultate din contactul cu perna cu aer. Statisticile arată o medie de 22% a ocupării locului din față de către copii cu vârste sub 15 ani în cazul autovehiculelor prevăzute cu sisteme airbag și de 33% în cazul vehiculelor nedotate cu dispozitivul respectiv. În pofida îmbunătățirilor tehnologice copii pot fi în continuare victime, sau pot suferi traumatisme severe datorită airbagului aflat în expansiune. Din acest motiv, cel mai sigur loc pentru copii rămân scaunele din spate, iar aceștia trebuie asigurați cu centuri sau așezați în scaunele speciale asigurate cu centură.

Un alt parametru care influențează eficiența sistemelor de securitate pasivă este și mărimea și clasa autovehiculelor. În cazul autovehiculelor de clasa mare beneficiile aduse de dispozitivele airbag, în special, se fac mai puțin simțite în comparație cu cele folosite pe o altă categorie de automobile, mai mici, unde eficiența lor crește.

**Sistemele de Protecție din prima generație** se compun din:

- pretensionatoare de buclă față,
- limitatoare de efort la 600 daN, airbaguri frontale numai pentru protecția capului.

**Sistemele de Protecție din a doua generație** se compun din:

- pretensionatoare de buclă față,
- limitatoare de efort la 400 daN, airbaguri cu reținere programată de volum mărit pentru protecția capului și a toracelor ce vin în completarea centurilor pretensionate.

**Sistemele de Protecție din a treia generație**

Acestea se adaptează la intensitatea șocului, se compun din:

- dublu pretensionator la partea față (buclier + ventral),
- limitator de efort de 400 daN, airbaguri adaptive dublu volum.

**Schema sistemului de protecție pasivă cu asigurare prin centuri pretensionabile și perne de aer (SRS)**

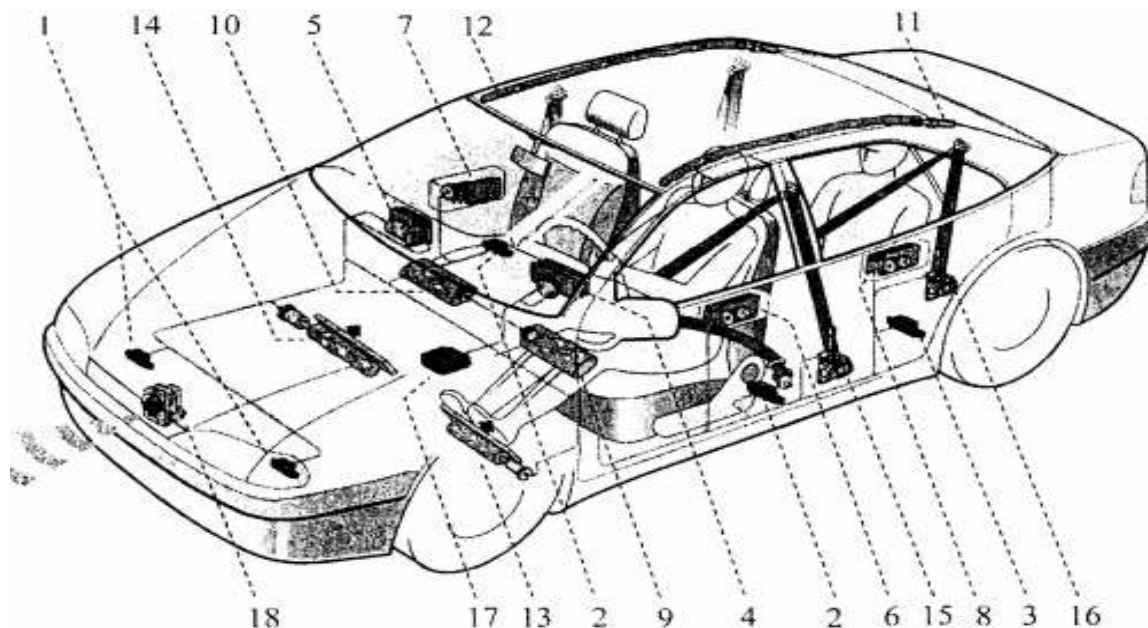


Fig.9.5.Schema bloc a sistemului de protecție pasivă cu asigurare prin centuri pretensionabile și perne de aer (SRS).

1)Doi senzori sateliti de decelerație plasați frontal, pe cadrul metalic al caroseriei responsabili pentru detectarea în stadii incipiente ale unui impact frontal;

2)Doi senzori sateliti de decelerație plasați lateral, de regula la partea inferioară a stâlpului vertical central B, utilizați pentru detectarea și măsurarea unui impact lateral sau lateral-frontal;

3)Doi senzori sateliti de decelerație plasați lateral, de regulă la partea inferioară a stâlpului vertical posterior C sau D, utilizați pentru detectarea și măsurarea unui impact lateral, lateral-spate sau din spate;

4)Dispozitivul declanșator împreună cu airbagul frontal pentru conducătorul auto. Primul are ca scop inițierea reacției chimice de producere a gazului de umplere, celălalt fiind utilizat pentru protecția șoferului într-o coliziune frontală împiedicând impactul cu volanul, planșeul de bord, sau alte elemente aflate în partea frontală a cabinei;

5)Dispozitivul declanșator împreună cu airbagul frontal pentru pasagerul din față. Este destinat protecției pasagerului de lângă șofer într-o coliziune frontală împiedicând impactul cu planșeul de bord, stalpul vertical frontal A, sau alte elemente aflate în partea frontală a cabinei și care pot pătrunde în interiorul acesteia;

6)Dispozitivul declanșator împreună cu airbagul lateral pentru conducătorul auto. Are ca scop protejarea capului și a regiunii toraco-lombara într-o coliziune laterală împiedicând impactul cu stâlpul vertical central B, portieră, sau alte elemente aflate în partea lateral-frontală a cabinei sau care pot penetra spațiul cabinei în urma impactului;

7)Dispozitivul declanșator împreună cu airbagul lateral pentru pasagerul din față. Are ca scop protejarea capului și a regiunii toraco-lombara într-o coliziune laterală împiedicând impactul cu stâlpul vertical central B, portieră sau alte elemente aflate în partea lateral-frontală a cabinei sau care pot penetra spațiul cabinei în urma impactului (figura 9.7);

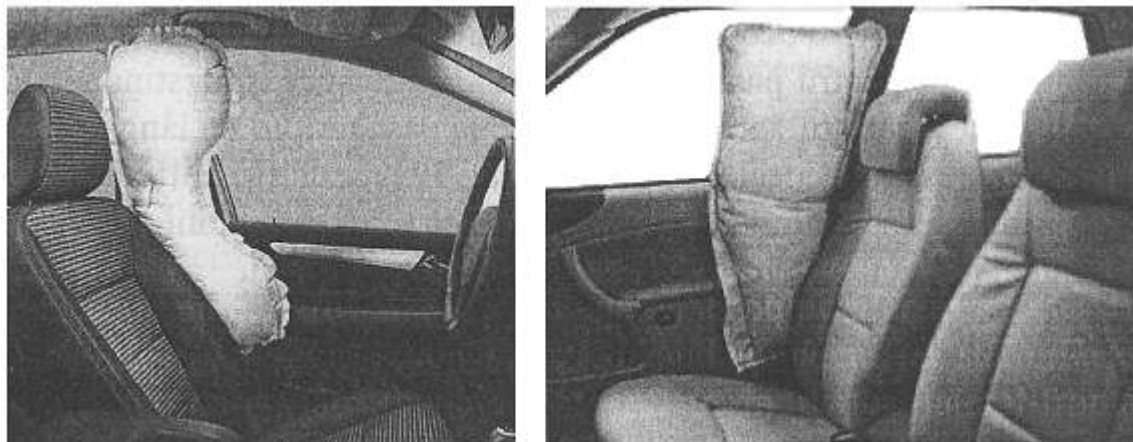


Fig.9.7. Airbag lateral conducator auto și airbag lateral pasager față

8) Dispozitivul declanșator împreună cu airbagul lateral pentru pasagerul rândurilor din spate (numai cel de pe partea șoferului este prezentat în figura 6). Este utilizat pentru protejarea capului și a regiunii toraco-lombară într-o coliziune laterală împiedicând impactul cu stâlpul vertical B, sau stâlpii verticali C (eventual D), portieră, sau alte elemente aflate în partea lateral-spate a cabinei sau care pot penetra spațiul cabinei în urma impactului. Pasarea dispozitivului se face în spătarul scaunului sau în stâlpii verticali respectivi;

9) Dispozitivul declanșator împreună cu airbagul de protecție a zonei genunchilor pentru conducătorul auto. Acesta se interpune între genunchi și panoul de bord (figura 9.8) protejând regiunea respectivă de interacțiunea cu părți dure ale planșeului de bord, coloana volanului, sau alte elemente dure din zona bordului;

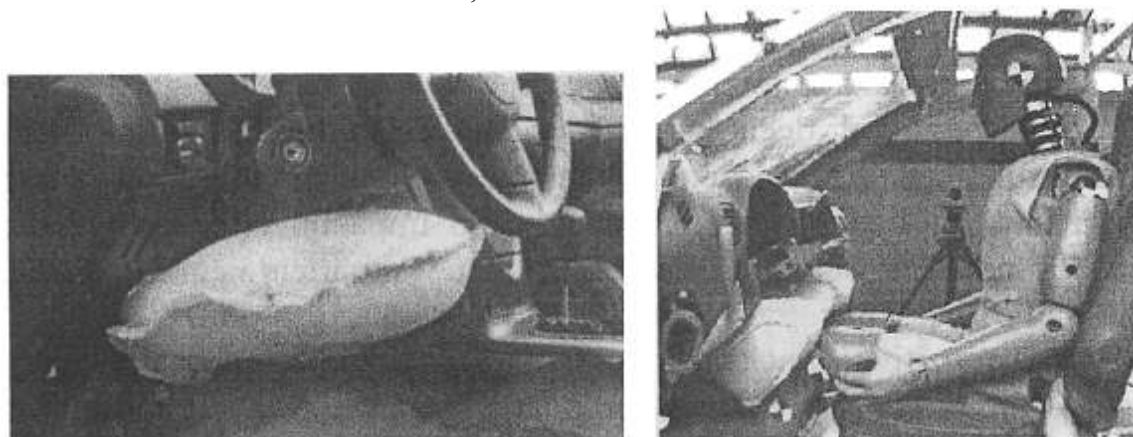


Fig.9.8. Airbag pentru protecția genunchilor conducătorului auto într-un impact frontal.

10) Dispozitivul declanșator împreună cu airbagul de protecție a zonei genunchilor pentru pasagerul din față. El are aceeași destinație ca și cea a dispozitivului 9 dar este utilizată pentru protecția pasagerului de lângă șofer ;

11) Dispozitivul declanșator și airbagul lateral de tip cortină pe latura conducătorului auto. Este destinat protecției capului și regiunii cervicale în cazul unui impact lateral înalt și/sau a răsturnării autovehiculului (figura 9.9), ea poate avea și forma tubulară.

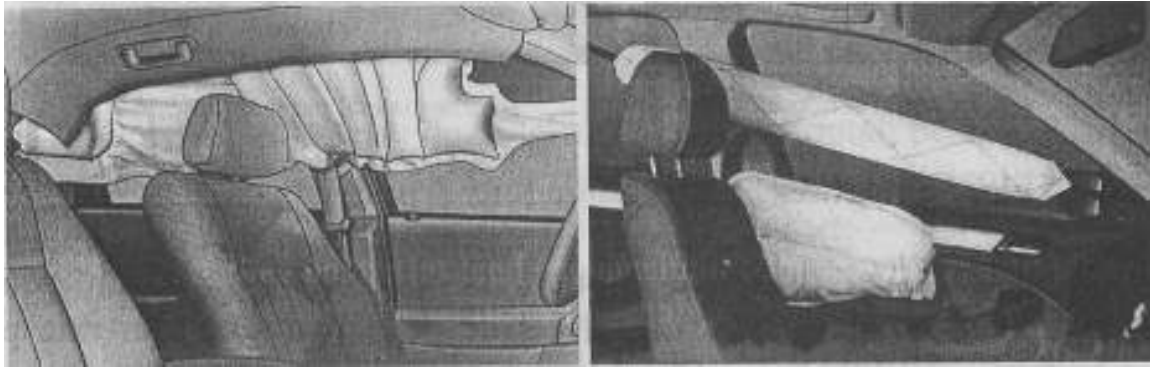


Fig.9.9.Airbag lateral de tip cortină sau tubular pentru protecția capului în impact lateral înalt și răsturnări.

12) Dispozitivul declanșator și airbag lateral de tip cortină sau tubular pe latura pasagerului față. 13) Dispozitivul declanșator și airbag la nivelul regiunii inferioare a piciorului pentru conducătorul auto. Se interpune între talpa piciorului și zone dure ale planșeului de bord inferior, a tunelului sau podelei. Este destinat mai ales protecției regiunii inferioare a piciorului de interacțiune cu pedalele de frână, accelerație și ambreaj;

14) Dispozitivul declanșator și airbag la nivelul regiunii inferioare a piciorului pentru pasagerul din față. Se interpune între talpa piciorului și zone dure ale planșeului de bord inferior, sau podelei atunci când aceasta se deformează spre interiorul cabinei (figura 9.10);



Fig.9.10.Airbag pentru protecția regiunii articulației inferioare și a labei piciorului .

15) Dispozitivul pirotehnic declanșator și mecanism de pretensionare a centurii de siguranță pentru conducătorul auto; la anumite modele este prevăzut cu senzor de detectare a tensionării centurii sau cu dispozitiv panglică cu aer pentru reducerea presiunii asupra regiunii toracelui;

16) Dispozitiv pirotehnic declanșator și mecanism de pretensionare a centurii de siguranță pentru pasagerii din spate. Dispozitivele sunt similare cu cele poziționate pe latura pasagerului din față. La anumite modele este prevăzut un senzor de detectare a tensionării centurii sau cu dispozitiv panglică cu aer pentru reducerea presiunii asupra regiunii toracelui (figura 9.11);

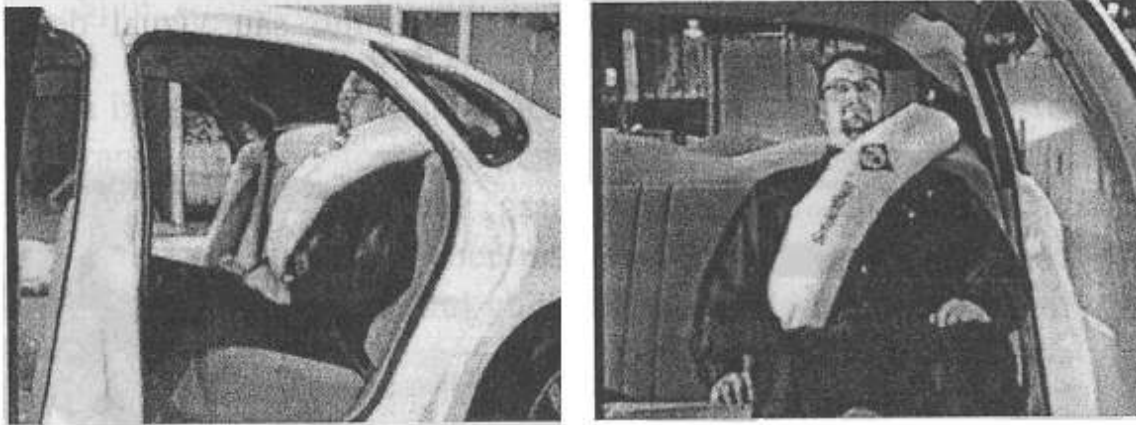


Fig.9.11.Dispozitiv cu pernă de aer tip panglică in centură.

17)Unitatea electronică de control executa algoritmi de detectare și evaluare a configurației și nivelului de intensitate specifici pentru fiecare coliziune produsă;

18)Dispozitiv radar ce permite o anticipare a coliziunii înainte de producere. Exista o serie de sisteme anticipative de asistare a conducatorului auto printre cele mai cunoscute putând fi amintite sistemul de prevenire a coliziunilor ACAS (Automatic Collision Avoidance Systems), sistemul de anticipare și avertizare a producerii unor coliziuni iminente de tip ``precrash`` PCD (Pre-Crash Detection), sistemul de avertizare a prezenței unor obstacole în calea de rulare. Dintre acestea, sistemul PCD conlucrează eficient cu sistemul SRS în vederea optimizării modului de organizare a acțiunilor necesare protecției pasive a pasagerilor în prezenta unei situatii de coliziune inevitabilă.

### 9.3. Structura sistemului airbag

#### Capsă pirotehnică sau dispozitivul pirotehnic

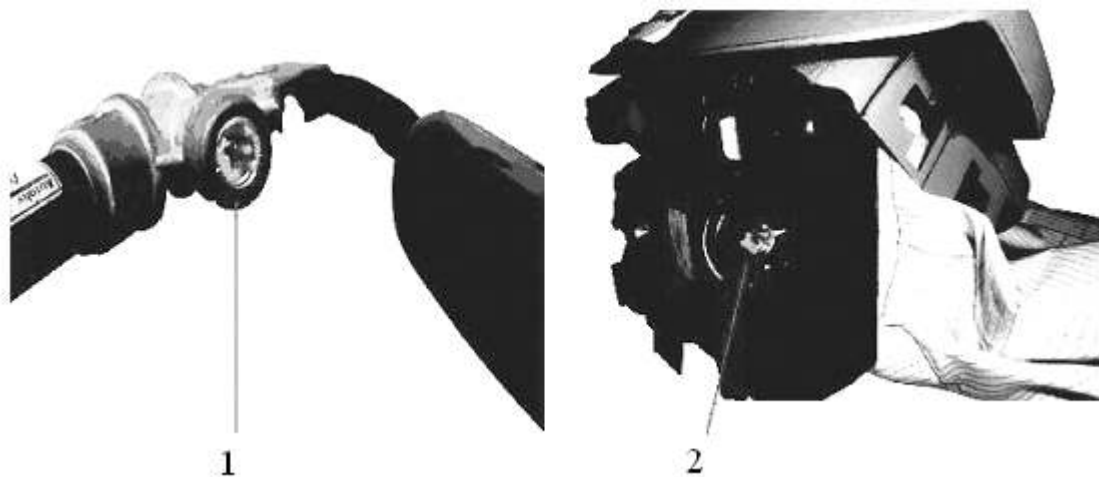


Fig.9.12.Capsă pirotehnică: 1-capsă pentru pretensionator; 1-capsă pentru airbag

Capsă pirotehnică este constituită dintr-un filament aflat la interiorul unei capsule ce conține propergol care odată aprins declanșează o combustie violentă. Acest ansamblu este

denumit «generator de gaz». Din punct de vedere electric capsula pirotehnică se controlează ca și o rezistență electrică. Capsula este comandată electric de către unitatea electronică de control, iar în urma primirii acestui semnal electric se activează capsula pirotehnică care declanșează umflarea rapidă a pernei.

Dispozitivul pirotehnic poate fi cu unul sau doua generatoare de gaz, simplu și dublu (figura 9.13).

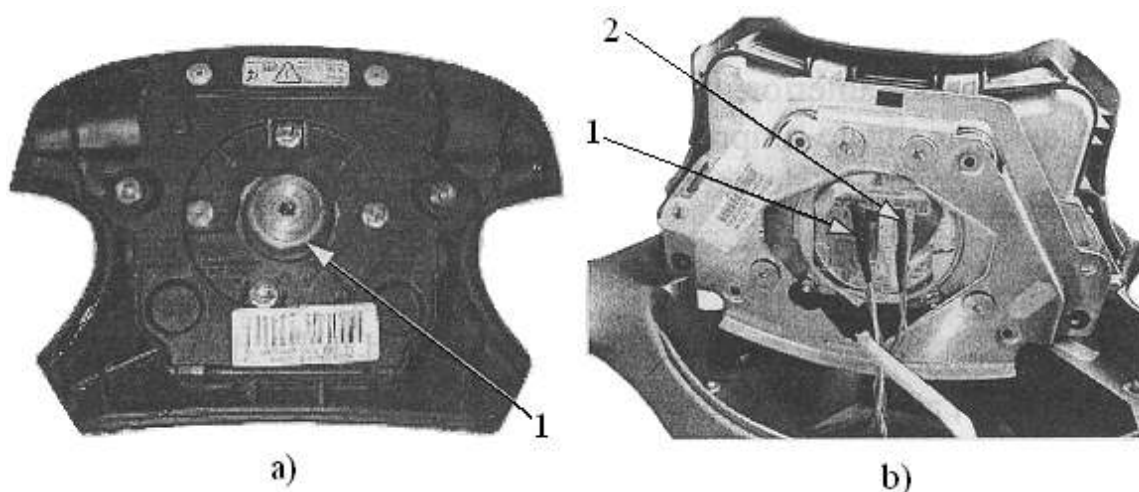


Fig.9.13.Dispozitiv pirotehnic simplu (a); dispozitiv pirotehnic dublu (b).

În imaginea a) există un singur conector de declanșare 1 fiind deci vorba despre un singur generator de gaz și o perna de aer cu volum constant. În figura b) dispozitivul pirotehnic are doi conectori de alimentare notați 1 și 2, fapt ce indică prezența a doua generatoare de gaz și a unui dispozitiv airbag cu volum variabil sau cu dublă cameră.

În general airbagurile dispun de dispozitive pirotehnice ce aprind un amestec chimic exploziv generând rapid volume mari de aer. Aprinderea se face cu un impuls de curent amplificat de un etaj de amplificare (booster) de sarcină generator de particule fierbinti ce vin în contact cu elemente chimice generatoare de gaz, aflate de cele mai multe ori sub forma unor tablete (pastile) circulare. Reacția chimică explozivă are loc la presiuni înalte în camere de combustie plasate în dispozitivul generator de gaz unde se produce volumul necesar de gaz pentru umplerea rapidă a pernei cu aer. Înainte de a pătrunde în pernă (sac), aerul este filtrat de unii compuși solizi sau lichizi rezultați din reacția chimică. Cel mai important este ca reacția chimică o dată inițiată să producă aceeași cantitate de gaz, indiferent de condițiile și factorii externi. Dintre acestea, cea mai importantă este temperatura mediului extern în care se dezvoltă reacția chimică.

În unele sisteme airbag sunt utilizate așa numitele dispozitive generatoare de gaz în doi timpi. În prima etapă perna cu aer este inițial umflată relativ lent, pentru ca apoi, în cea de-a doua etapă expansiunea să se producă exploziv, între cele două stadii existând un timp mort care să permită o acoperire cât mai confortabilă și mai suportabilă de către pasageri.

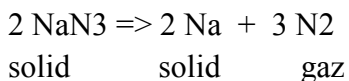
În final, gazul din perna cu aer va atinge totuși nivelul maxim astfel încât traumatizarea pasagerului nu poate fi total evitată cu probabilitate mai mare în cazul copiilor sau acelor care



ocupă poziții neadecvate. Aceste dispozitive cu expandare în două etape nu sunt de tip adaptiv, cu ajustarea automată a volumului în funcție de gabaritul ocupantului și a presiunii în raport cu intensitatea impactului.

### **Generatorul de gaz**

Cele mai multe dispozitive airbag, în momentul declanșării, sunt umplute cu azot, care rezultă în urma unei reacții chimice a azotatului de sodiu drept combustibil,  $\text{NaN}_3$  cu un agent oxidant mineral (ce stochează oxigenul) precum percloratul de potasiu.



Calculând masele molare pentru  $m_{\text{NaN}_3} = 100$  g de azotat de sodiu, rezultă:

$$M_{\text{NaN}_3}[\text{g/mol}] = 22,99 + 14,007 * 3 = 65,011.$$

Numărul total de moli intrați în reacție se calculează cu relația :

$$M_{\text{oliNaN}_3} = m_{\text{NaN}_3} / M_{\text{NaN}_3} = 100 / 65,011 = 1,5382;$$

Dintre aceștia,  $3/2$  sunt moli de azot, adică:

$$M_{\text{oli N}_2} = 3/2 * M_{\text{oli NaN}_3} = 2,3073.$$

O reacție de generare a gazului de umplere pentru un dispozitiv airbag este considerată foarte rapidă dacă debitul gazului este peste 3 moli. Viteza de ardere este considerată rapidă dacă depășește 10-11 mm/s, la o presiune de 70 bari.

Pentru a determina cantitatea de gaz rezultată dintr-o sută de grame de azotat de sodiu se poate aplica formula gazelor perfecte, considerând condițiile de producere a reacției chimice definite prin presiunea atmosferică  $p_{\text{ex}} = 1,03$  atm și temperatura de 23 grade C, echivalentă cu  $T_{\text{ex}} = 23 + 273,15 = 296,15$  grade K.

$$V_{\text{N}_2} = M_{\text{oli N}_2} / p_{\text{ex}} * R * T_{\text{ex}} = 54,341$$

$$\text{Unde } R \text{ are valoarea } 8,314151 * \text{J/Moli} * \text{K} = 0,082 * 1 * \text{atm/Moli} * \text{K}$$

Reacția respectivă are dezavantajul de a produce în afara gazului de umplere și a unor particole solide incandescente sub formă de praf ce însumează aproape 60% din greutatea materialului brut. Aceasta este și explicația apariției unei emisii albicioase de pulbere o dată cu declanșarea airbagului. Pulberea eliberată constituie o pierdere de material pirotehnic deoarece ea nu contribuie la generarea de gaz de umplere, în schimb absoarbe o energie suplimentară de la

sistem și necesită introducerea unor filtre care măresc atât dimensiunea, cât și prețul generatorului de gaz.

Deoarece este foarte dificil de filtrat și racit o asemenea cantitate de particule, perna cu aer se căptusește cu o îmbrăcămintă rezistentă la fluxul termic. În prezent tehnologia este îmbunătățită, astfel încât în urma reacției rezultă doar 30% particule solide. În pofida avantajelor rezultate din utilizarea azotatului de sodiu privind volumul și rapiditatea reacției de generare a gazului, se ridică și unele probleme privind manevrarea, alimentarea ori dispunerea materialului și mai ales privind toxicitatea azotatului de sodiu, astfel încât fabricanții de airbaguri au căutat alți compuși chimici generatori de azot mai puțin toxici, mai simpli de manevrat și depozitat și mai puțin periculoși pentru pasageri.

De regulă se folosesc combustibili (săruri de azot) care prin ardere în prezența unui agent oxidant (purtător de oxigen) se descompun în bioxid de carbon, azot și apă atunci când agentul oxidant cât și combustibilul se consumă complet și reciproc în reacția termică. Acești compuși numiți "non-azot" ard de regulă la temperaturi superioare celeia utilizate pentru azotatul de sodiu (925-1325 grade C), respectiv la valori de peste 1525 grade C. Astfel de temperaturi înalte prezintă două dezavantaje: creșterea nivelului de particule solide rezultate din produsii de ardere topiți și creșterea nivelului de monoxid de carbon, respectiv de oxizi de azot rezultați în reacție.

Dispozitive hibride de umplere cu gaze curate sunt generatori care utilizează combustibili pe bază de nitroceluloză introdusi în containere ce conțin gaze oxigenate sub presiune și permit o reducere a CO rezultat prin arderea combustibilului într-o primă etapă în gazul oxigenat stocat în container (a doua etapă). Reacția secundară determină însă o creștere semnificativă a presiunii gazelor stocate în recipient la valori de peste 600 bari. Acest fenomen impune utilizarea unor tehnici speciale de ramforsare și etanșare care ridică semnificativ prețul dispozitivului generator de gaz.

Există o multitudine de tipuri constructive de generatoare de gaz (GG) pentru dispozitive cu perne de aer, dar și pentru acționarea centurilor de siguranță cu dispozitiv pirotehnic de pretensionare.

Limitându-ne la domeniul airbagurilor se deosebesc GG cu o singură cameră, cu dublă cameră sau multicameră, cu formă plată pentru airbagul inclus în volan sau cilindrică pentru airbagul pasagerului sau cel lateral. În funcție de modul de generare a gazului se deosebesc GG cu generare doar prin reacție chimică, sau generatoare de tip hibrid. În figura 15 sunt prezentate două generatoare de gaz, cu simplă, respectiv dublă cameră de ardere.

Generatorul de gaz prezintă două camere delimitate de un perete interior terminat la baza cu o flanșă de fixare. În camera centrală, numită și cameră de aprindere se afla poziționat un manșon intern prevăzut cu un capac care, în poziția de repaus acoperă niște orificii de comunicare dintre camera de aprindere și camera combustibilului (la exterior) numită și cameră de ardere.

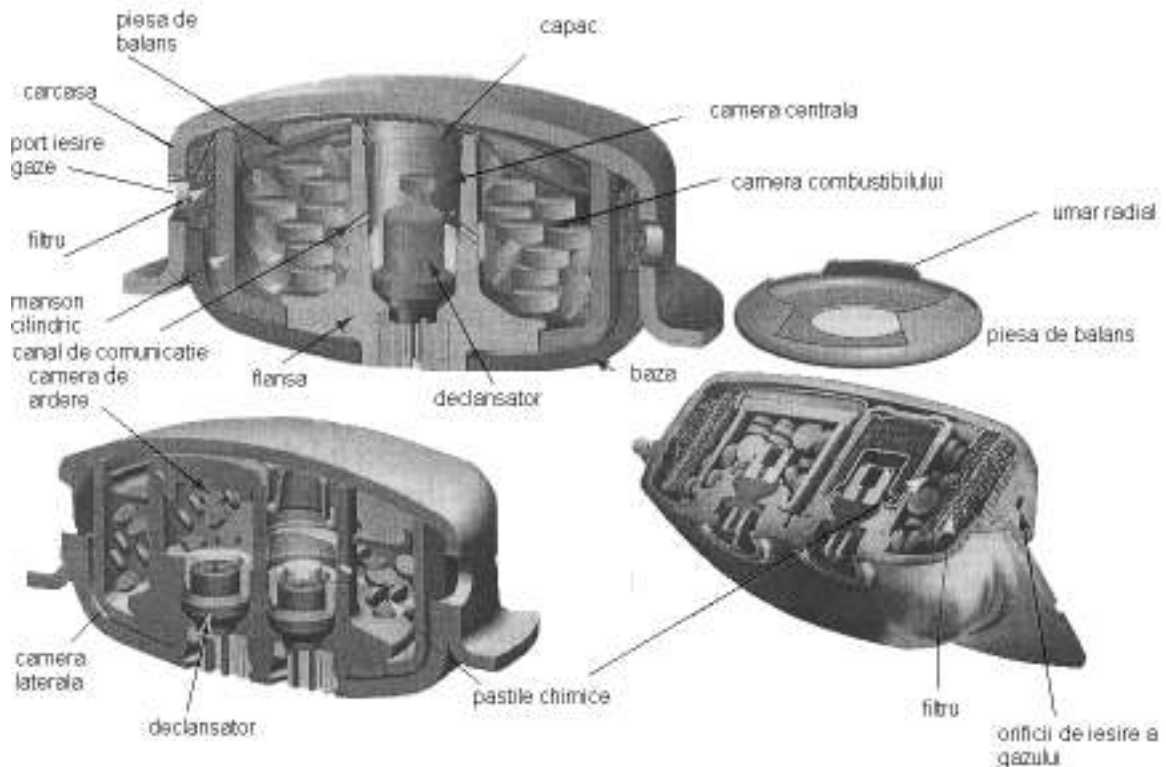


Fig.9.14. Generator de gaz cu unul sau două elemente declanșatoare.

Manșonul se montează presat pe pereții interiori de separare a celor două camere, iar înăuntrul lui se plasează elementul declanșator.

Carcasa generatorului este alcătuită din trei componente. O porțiune cilindrică este plasată la exterior având la partea superioară un plafon curbat convex, iar la baza o flanșă care ajută la fixarea generatorului. La mijloc se plasează un manșon cilindric având o parte verticală aflată în contact cu plafonul curbat al primei secțiuni și o parte rotunjită la baza care se sprijină pe a treia secțiune a carcasei ce formează baza sa.

În interiorul camerei de ardere este plasat combustibilul sub forma de pastile circulare sau cilindrice. Pentru că în timpul deplasării autovehiculului acestea să nu producă zgomot datorat lovirii lor de pereții metalici se introduce o piesă de balans având o bază circulară prevăzută cu o fantă, tot de formă circulară și cu niște umeri elastici (lamele) ce fac un unghi ascuțit cu baza circulară. Acești umeri acționează ca niște lamele elastice presând baza pe pastilele din camera de ardere și împiedicând astfel deplasarea haotică a acestora. Mai mult, reglând unghiul și coeficientul de elasticitate al lamelelor se poate ajusta corespunzător cantitatea de combustibil solid aflată în camera de ardere.

Atunci când se da semnalul electric de activare a declansatorului, în camera de aprindere are loc o explozie care generează gaz fierbinte sub presiune. Acesta împinge manșonul cilindric în sus și produce curbarea și mai mare a plafonului realizând o ridicare a acestuia de pe umerii verticali ai celuilalt manșon, median aparținând carcasei generatorului. Rezultă astfel un interstiu între capac și peretele vertical astfel încât camera de ardere poate să comunice cu

porturile de ieșire circulare. Prin ridicarea primului manșon rezultă și o eliberare a canalelor de comunicație dintre cele două camere, astfel încât gazul fierbinte pătrunde în camera combustibilului producând aprinderea și arderea acestuia. Gazul rezultat în camera de ardere trece prin interstițiile rezultate prin ridicarea capacului de pe pereții verticali și parcurgând filtrele de eliminare a particulelor solide iese prin orificiile circulare în interiorul pernei airbagului.

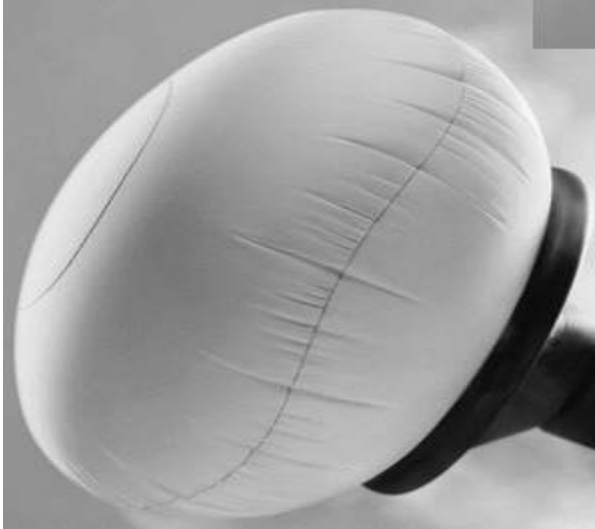
Dispozitivul de aprindere sau declansatorul reprezintă o componenta relativ scumpa și prin urmare un factor important în costul sistemului de protecție pasivă deoarece fiecare pernă cu aer necesită un astfel de element. Alimentarea declanșatorului se face printr-o pereche de fire ce conduc semnalele de comanda la fiecare dispozitiv de aprindere. Activarea declanșatoarelor se face de unitatea electronică de control în funcție de specificul fiecărui tip de impact, aceasta trebuind să realizeze și verificarea permanentă a stării dispozitivelor de aprindere. Datorită costurilor ridicate ale declanșatoarelor și a complexității ridicate a sistemelor necesare activării și verificării lor, de-a lungul timpului au fost experimentate o serie de alte tipuri de dispozitive de aprindere a generatoarelor de gaz.

Cele mai testate în acest scop au fost dispozitivele laser (diode laser plasate în imediata vecinătate a gazului propulsor, sau un dispozitiv laser central legat prin fibre optice prin care se transmitea radiația luminoasă spre fiecare generator de gaz). Alte experimente au utilizat un declanșator unic, reacția exploziv producându-se prin intermediul unor conducte de transfer la generatoarele de gaz. Deși se renunță la un număr important de declanșatoare sistemul este la fel de scump datorită conductelor speciale de transfer a reacției de aprindere care, în plus sunt și foarte dificil de verificat sub aspectul integrității și al bunei funcționări. O astfel de conductă se realizează din mai multe straturi cu proprietăți diferite. Astfel, la interior se utilizează un tub rezistent la umezeală, peste care se dispune un strat metalic, de obicei din aluminiu obținut prin depunere de vapori, strat necesar verificării continuității electrice a conductei, iar la suprafața se află un strat protector, foarte rezistent la frecări sau uzura mecanică. Tubul interior, ca și cel exterior se confecționează din polipropilenă care este rezistentă și foarte ieftină, dar nu suficient de rezistentă la umezeală dacă nu ar fi acoperită cu depunerea metalică.

La un capăt al conductei de transfer exploziv (CTE) este plasată perna gonflabilă, iar la celălalt capăt fixat în carcasa cutiei electronice de comanda se afla un element inițiator de reacție, cele mai uzuale fiind diode laser, fire de platină radiante, punți semiconductoare sau punți cu eliberare de vapori, de regulă un convertor de energie electrică în energie termică. În imediata apropiere a elementului inițiator se dispune materialul pirotehnic, aflat sub formă de gel sau de namol semilichid. Spre exemplu, o dioda laser aflată pe placa electronică este astfel poziționată încât radiația ei să cadă direct sau indirect (prin intermediul unor fibre optice) chiar pe materialul pirotehnic aflat în proxima extremitate a CTE, dar există și soluția în care materialul pirotehnic este dispus chiar pe capsula diodei laser, iar subansamblul respectiv fixat la capatul CTE. Tubul interior al CTE este umplut cu aer sau alt tip de gaz iar pereții interiori sunt capușiți cu un strat de material pirotehnic.

Gazul generat în conductă poate fi suficient pentru a umple un airbag cu volum mai redus, în cazul pernelor cu volum mare este prevăzut la capatul CTE un generator de gaz de volum mare care la rândul său este declanșat de unda explozivă ce se propagă prin conductă.

#### **Perna Gonflabilă(umflată)(9.15)**



Din punct de vedere constructiv, perna cu aer de forma circulară este cea mai des întâlnită pe partea conducătorului auto, în timp ce pentru pasagerul de lângă șofer airbagul are forma unui sac poziționat vertical (figura 9.16). Sacul cu aer este realizat dintr-o singură cameră, fiind pliat în diverse configurații pentru a încăpea în locul din coloana volanului sau în panoul de bord.

Există și alte trei tipuri de dispozitive airbag care prin introducerea unor pereți interioari pot căpăta de-a lungul secvenței de expansiune diverse forme și volume. De exemplu, airbagul cu cameră dublă este conceput din două ânzăe circulare, cusute de-a lungul circumferinței și divizate prin pereți interioari.

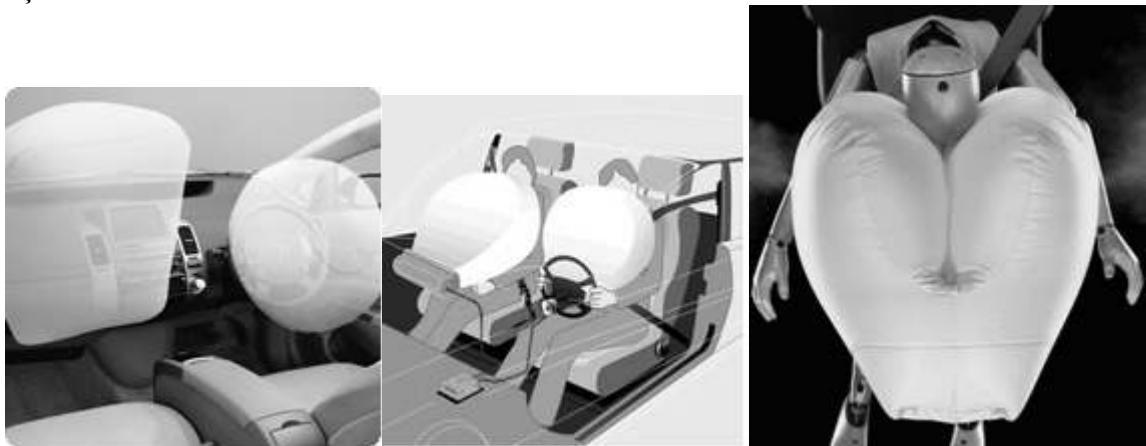


Fig.9.16 .Configurațiile cel mai des utilizate pentru forma pernei cu aer din partea frontală a automobilului

Perna cu aer este împărțită în două camere (primară și secundară) a caror viteză de umplere poate fi diferită pentru a putea adapta forma și adâncimea airbagului în stare expandată. Umflarea se face cu ajutorul unui generator de gaz unic plasat la baza pernei cu aer. Airbagul este

format dintr-un perete frontal dispus înspre ocupantul scaunului și un perete posterior, opus, ce conține în centru fanta generatorului de gaz, cei doi pereți fiind cusuți împreună de-a lungul planului median al airbagului. Un perete intern divizează sacul cu aer în doua camere, una primară aflată la interior și una secundară ce o inconjoară pe prima (figura 9.17). În momentul activării, camera primară se umflă prima, iar camera secundară după aceea prin intermediul unor spații de comunicație. Se observă că un perete interior (primar) este adiacent la peretele frontal al airbagului, iar peretele interior secundar este adiacent la peretele posterior (cel cu generatorul de gaz), cei doi pereți interiori fiind poziționați unul în prelungirea celuilalt.

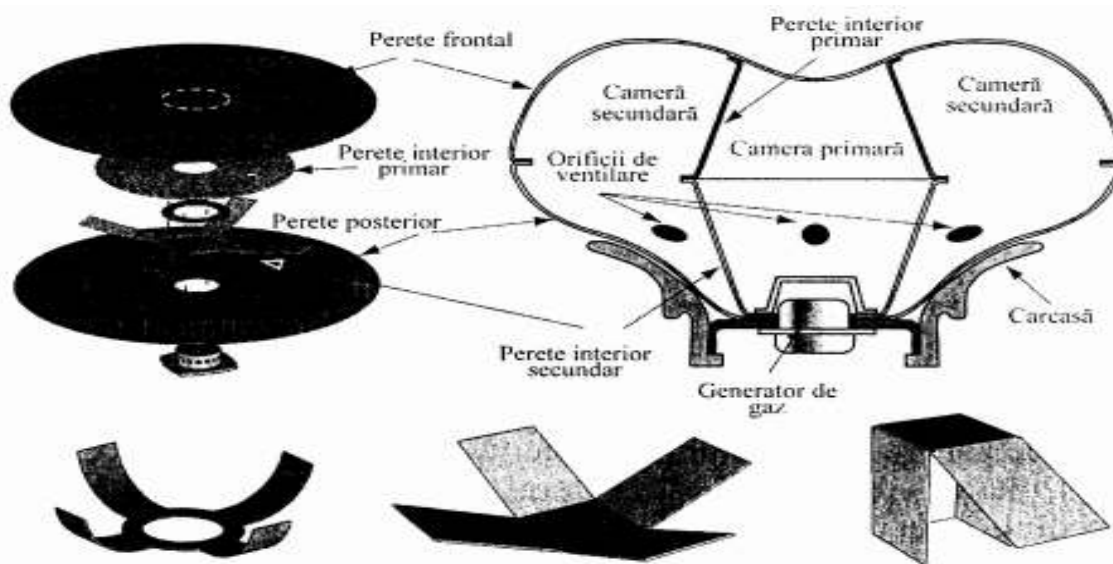


Fig.9.17.Structura unui airbag dublu cameră pentru pasagerul din față.

Peretele interior primar poate avea o formă circulară și se coase circular pe peretele anterior după linia punctată din figură. Peretele secundar (forma de elice cu patru pale) se prinde cu partea sa centrală circulară de peretele posterior, respectiv de carcasa generatorului de gaz prin intermediul unui inel și a unor șuruburi sau nituri, iar marginile extreme a celor patru palete se tigelesc de periferia peretelui intern primar. Generatorul de gaz patrunde cu orificiile de evacuare a gazului în interiorul camerei primare inferioare, mărginită de peretele interior secundar.

Cei doi pereți interiori pot să aibă diverse alte forme, în figura 9.17 fiind prezentat și un exemplu în care camera interioară superioară este de forma cubică. Pentru a realiza acest tip de camera pereții interiori au forma unei cutii de carton desfăcute, fără bază. Cele patru palete ale peretelui interior sunt cusute de marginile peretilor dreptunghiulari ai peretelui superior rezultând astfel o nouă formă a camerei interioare.

Un tip de dispozitiv care să poată atinge nivelul optim de protecție este cel cu dublă pernă (airbaguri gemene, sau cu doi lobi), figura 9.18. El este compus din doi saci cu aer identici, plasați simetric în stânga și în dreapta pasagerului sau conducătorului auto. Umflarea lor se produce dintr-un dispozitiv plasat în spatele panoului de bord de la un singur generator de gaz, GG, sau independent, fiecare de la câte un generator de gaz propriu. În coloana volanului se montează de regulă și un airbag de tip clasic (rotund) prevăzut fie cu un generator de gaz separat, ori cu unul inclus în modulul de generare a gazului pentru cei doi saci simetrici. Atunci când sistemul de control detectează prezența unui ocupant cu gabarit redus sau a unei poziții a acestuia prea aproape de consola vor fi activate doar pernele duble (S,D). Volumul acestora poate fi

modificat în doua trepte prin utilizarea unui generator de gaz în doi timpi. Atunci cand ocupantul scaunului este o persoana de statura standard sau medie, toate cele trei airbaguri sunt activate însa volumul pernei duble este variabil în functie de poziția ocupată de pasager și de gabaritul acestuia.

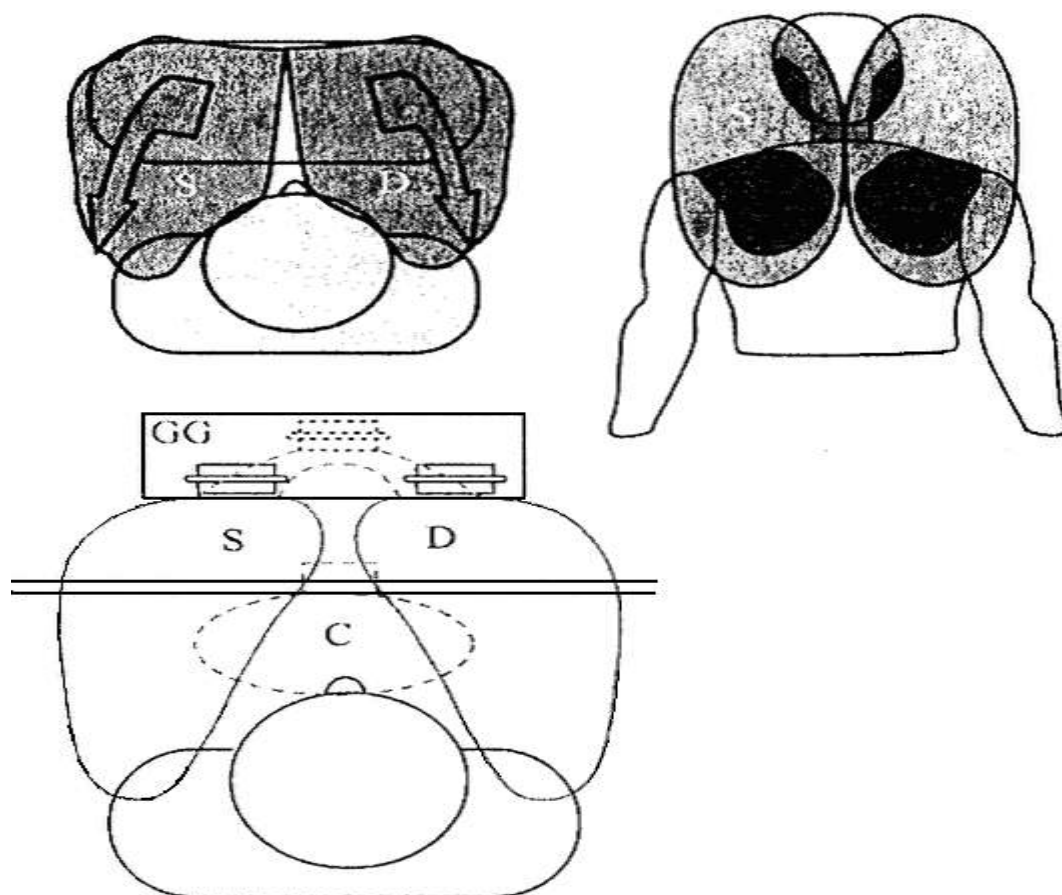


Fig.9.18.Structura unui airbag cu două perne (airbaguri gemene).

Cele trei airbaguri sunt umflate la volum maxim în cazul unui pasager de gabarit mare (corespunzător manechinului 95%). Atât airbagul bicameral, cât și cel cu dublă pernă de aer oferă o protecție superioară prin poziționarea pasagerului între cele doua perne sau camere. Forța de impact este mai bine distribuită, dar și atenuarea socului dintre pernă și pasager este mai eficientă.

### **Materiale folosite la fabricarea pernei cu aer**

La baza fabricării pernei cu aer stă fibra de nailon din care sunt obtinute țesături și materiale având caracteristici impuse: o permeabilitate redusă la gaz (sub 0,5 cc/min), rezistența la solicitări de tip abraziv, stabilitate termică, flexibilitate mare și inflamabilitate foarte redusă sau chiar nulă.

Pernele cu aer sunt plasate în volan sau panoul de bord în stare pliată pe o perioadă de 15 ani timp în care caracteristicile lor trebuie să rămână neschimbate, astfel încat este esențial ca materialul țesăturii să aibă un comportament predictibil și fiabil. Pentru a putea satisface aceste cerințe, materialele rezultate din țesăturile din fibra de nailon sunt acoperite cu diverse substanțe,

cele mai utilizate fiind neoprenul (la început), siliconul (actual) și diverși polimeri (preconizat a se utiliza în viitor).

În cazul airbagului conducătorului auto se folosește în mare parte îmbrăcămintea țesăturii de nailon, iar pentru pasagerul din față aceasta se regăsește doar parțial. Majoritatea airbagurilor laterale și de tip cortină sunt prevăzute cu îmbrăcămintă siliconică. Aproape în totalitate, pernele sistemelor airbag sunt confecționate dintr-o țesătură pe baza de fir de nailon 6,6, acesta având cea mai mare capacitate de absorbție a energiei coroborată cu o energie de topire necesară mai ridicată (589 KJ/Kg). Mediul de funcționare al unui airbag este deosebit de ostil atât din punct de vedere al energiei absorbite, termice cât și mecanice.

### Localizarea, forma de rupere a capacului și modul de pliere (împăturire)

În cazul conducătorului auto aerbag-ul se poziționează în raport cu planul volanului, la nivel, în interior sau, mai rar în exteriorul acestuia, iar în cazul pasagerului din față airbagul se poziționează fie spre partea superioară, fie spre partea mediană (mai des în ultimul timp) a panoului de bord.

Pentru acoperirea airbagului din partea șoferului sunt folosite capace de protecție integrate în structura volanului. În momentul declanșării procesului de expansiune a pernei cu aer, ruperea capacului se face în anumite zone ale acestuia după cinci configurații predominante: în H (figura 9.19,a), în I (figura 9.19,b), în U (figura 9.19,c), orizontal (figura 9.19,d) și circular (figura 9.19,e). Că evoluție, configurația în H a fost predominantă, în prezent ea cunoscând o regresie în favoarea configurațiilor de rupere în I și U.

Pentru airbagul pasagerului din față, cele mai utilizate configurații de rupere a capacului de protecție sunt cele în H, U și orizontal. Aici evoluția este inversă, configurația în U înregistrând un regres timp în care configurația în H prezintă o tendință de creștere.

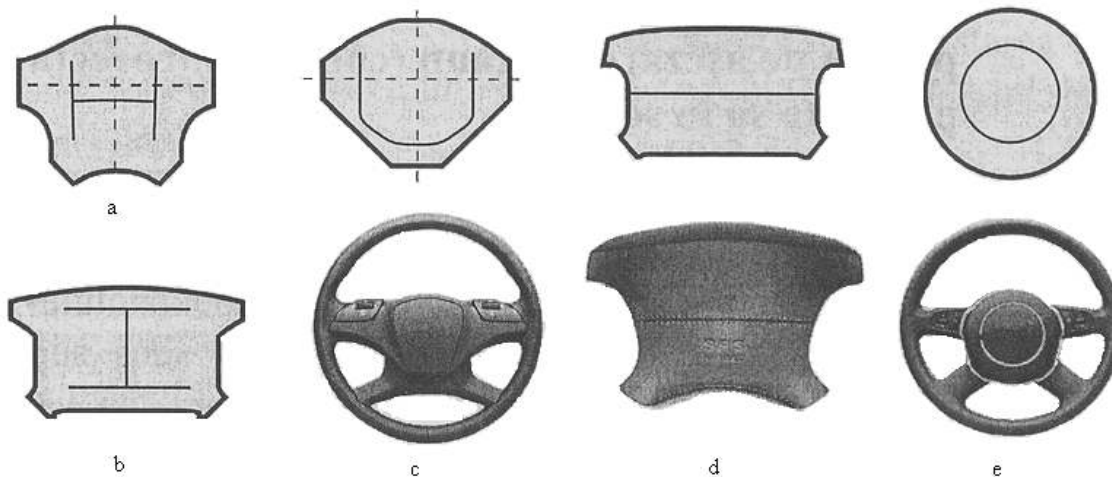


Fig.9.19. Configurațiile de rupere a capacului de protecție a airbagului.

În ceea ce privește modalitățile de pliere a pernei în interiorul carcasei airbagului șoferului, cele mai utilizate sunt configurațiile în acordeon, cu pliuri suprapuse, acordeon modificat și rulou inversat. Pentru airbagul pasagerului configurațiile utilizate sunt cele în acordeon, cu pliuri suprapuse, în rulou (rulat direct) sau acordeon rotit (figura 9.20). Configurația cu pliurile suprapuse este majoritară în cazul airbagului conducătorului auto înregistrându-se un regres în cazul configurației acordeon modificat.



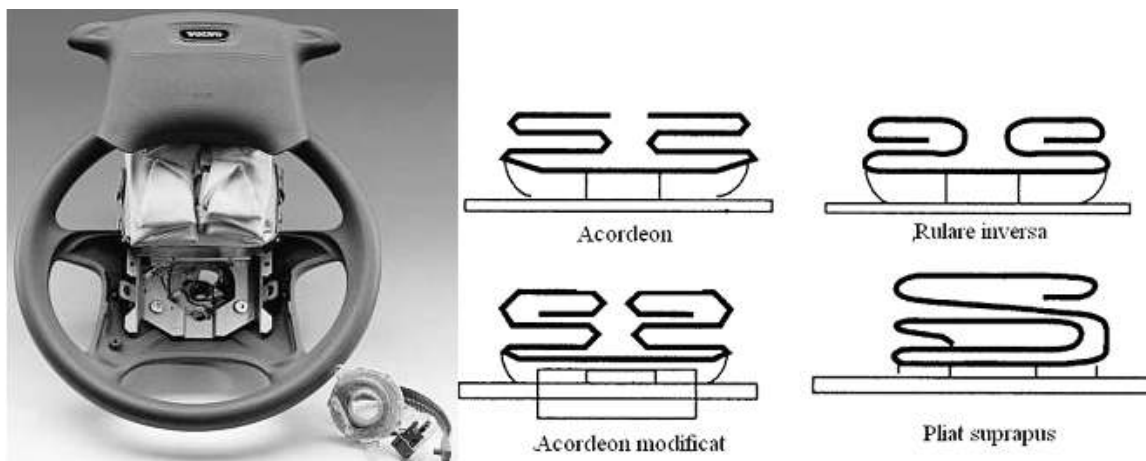


Fig.9.20. Configurații de pliere a pernei cu aer.

În cazul airbagului frontal pentru pasager cele mai utilizate sunt configurațiile în acordeon, rulare directă (rulou), cu pliuri suprapuse, respectiv acordeon rotit. Aceasta ultimă configurație de pliere a înregistrat în ultima perioada o tendință de creștere ca și configurația în rulou a carei frecvență de utilizare aproape s-a dublat.

#### **Senzori de decelerare**

Senzorii de decelerare au rolul de a oferi unitații de control electronice informații despre valorile decelerării. Decelerarea oferă sistemului informația referitoare la iminenta producere a unei coliziuni. Senzorii pot fi unidirecționali sau bidirecționali.

Senzorii unidirecționali înregistrează decelerări pe direcția înainte, pe când senzorii bidirecționali înregistrează decelerări atât pe direcția înainte cât și pe direcția înapoi. În funcție de direcțiile pe care se dorește monitorizarea decelerării se pot folosi mai mulți senzori uni sau bidirecționali.

#### **Numărul, tipul și poziționarea lor**

Senzor unic- Senzor Central (SC) este montat în cadrul compartimentului pasagerilor în interiorul unității electronice de control a airbagului. El este fie un accelerometru cu traductor de tip piezorezistiv incluzând un modul de prelucrare a semnalului analogic în format digital, fie un accelerometru capacitiv microintegrat de tip MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) cu ieșire de asemenea în format numeric. Tehnologia de tip MEMS înseamnă integrarea pe o pastilă de siliciu nu doar a componentelor electronice (tranzistori, diode), ci și a unor structuri micromecanice (arcuri lamelare, mase seismice) care se mișcă la un nanonivel.

Senzori multipli-un senzor este montat în interiorul modulului electronic de control și unul sau mai mulți senzori sateliți (SS) sunt plasați în cadrul structurii frontale deformabile a caroseriei și lateral, de regulă în stâlpii verticali central (stalpul B) și spate (stalpul C). Unii fabricanți folosesc (mai rar) traductori mecanici de accelerație în cazul senzorilor sateliți, alții preferând doar senzori electronici. În cazul plasării senzorilor în afara compartimentului, performanțele acestora pot fi afectate de variațiile de temperatură și de zgomotul de fond datorat vibrațiilor suplimentare ce apar în impact. Din acest motiv semnalul analogic generat de un astfel de senzor periferic este prelucrat local, iar informația despre impact trimisă într-un format digital codificat pe două linii (asemănător cu transmisia serială) la unitatea centrală de control. Senzorii sateliți electronici sunt de același tip ca și cei centrali dar pot conține suplimentar și microcontrolere

prevăzute cu program de analiza a sistemului de deceleratie și implicit a impactului. Ele devin astfel module electronice dotate cu inteligență proprie, comunicarea și alimentarea făcându-se ca și în cazul celorlalti senzori (fără microcontroler și program local de analiză a impactului) pe doua fire unice, comune tuturor SS.

De regulă, senzorul de tip radar este optional și nu face parte din sistemul SRS. Senzorul de tip radar stă la baza unor sisteme de asistare a conducatorului auto dintre care cel mai cunoscut este sistemul de control a parametrilor de croazieră (distanță, viteză între vehicule) notat ACC (Adaptive Cruise Control).

Utilizarea SS permite în primul rând detectarea unui impact în stadiile incipiente deoarece accelerometrul inclus genereaza un semnal semnificativ ca informație în timp ce accelerometrul plasat în SC nici măcar nu înregistrează primele semne de producere a impactului. Pentru o bună localizare a impactului SS se montează în configurație simetrica în raport cu axa longitudinală a autovehiculului. În principiu se utilizează un senzor satelit pentru impactul frontal și unul sau doi SS pentru impactul lateral (ultimul pentru decelerare între un impact lateral în dreptul banchetei din spate și un impact din spate) pe o singură parte (șofer sau pasager) astfel că în total pot fi 4 sau 6 senzori sateliti, în special la modelele de lux.

Captorii de șoc laterali sunt captori de tip piezo-electrici (sateliți) plasați de fiecare parte a vehiculului și care sunt plasați fie în stâlpii centrali fie în pragul caroseriei (figura 9.21).

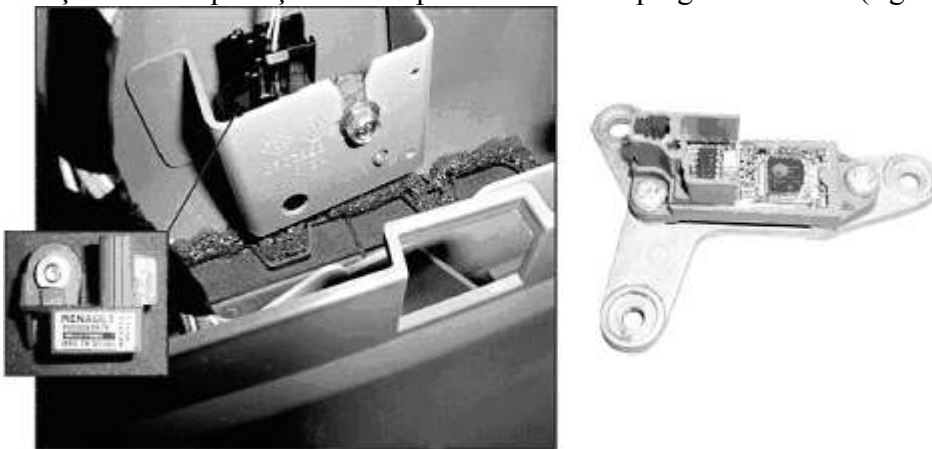


Fig.9.21.Sateliti de soc lateral.

Sateliții informează calculatorul despre violența șocului lateral, și nu ei comandă declanșarea capselor pirotehnice. Funcție de vehicul, în caz de șoc lateral, calculatorul va putea comanda declanșarea airbagurilor de pe partea respectivă dar și pretensionatoarele (figura 9.22). Combinația dintre informațiile oferite de senzorii sateliti cu cea a senzorului central ofera o analiza credibila și complexa a starii de impact.

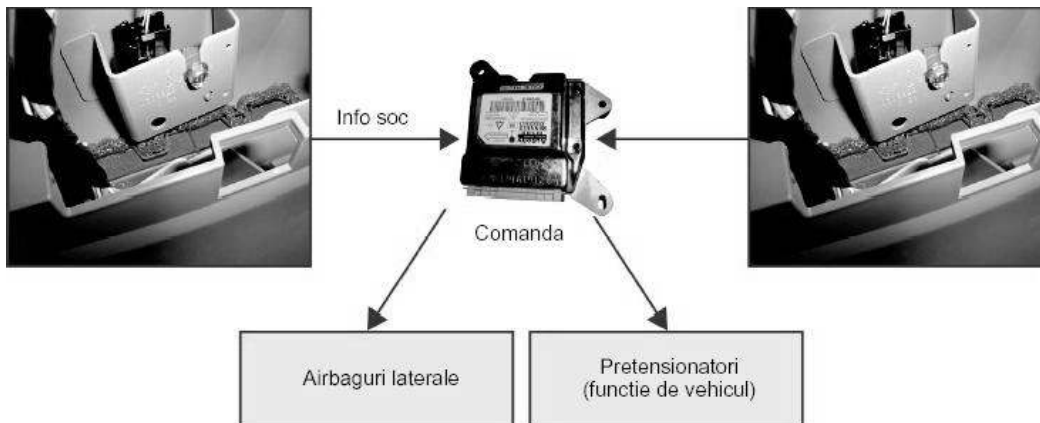


Fig.9.22.Circuitul informației de la senzorii laterali la dispozitivele pirotehnice de siguranță pasivă

În sistemele de protecție pasivă de ultimă generație au început să fie utilizați și senzori sateliți pentru determinarea presiunii aerului, aceștia fiind capabili să anticipeze producerea impactului generând semnal util înainte de accelerometrele. Folosirea lor se face cu precădere în estimarea impactului lateral. Datorită inexistenței unui "scut" de protecție absorbant al energiei de impact precum cel al structurii frontale deformabile, la impactul lateral dispozitivele airbag trebuie declansate în mai puțin de 0,005 s de la producerea coliziunii pentru a-și putea îndeplini funcțiile necesare. Pentru aceasta sunt folosite un ansamblu de senzori cuprinzând un accelerometru plasat în structura stâlpului vertical central, respectiv traductoare de presiune a aerului fixate în cadrul portierelor. Combinarea semnalelor de la cele două tipuri de traductoare asigură o decizie mai sigură și corectă de acționare a pernelor de aer și centurilor.

În afară de senzorii electronici unii fabricanți utilizează și traductori mecanici de șoc de tipul Comutatorilor Mecanici de Impact (CMI) însă mai ales pentru validarea informațiilor de la senzorul electronic de decelerare și mai puțin pentru validarea efectivă a unui impact. Primele sisteme airbag au fost controlate numai cu senzori mecanici de impact. În prezent sunt incluși din ce în ce mai rar de unii fabricanți ca senzori mecanici plasați în unitatea electronică de control (figura 9.23), care nu iau decizii ci doar validează semnalele generate de senzorii electronici, din cutie sau cei sateliți.

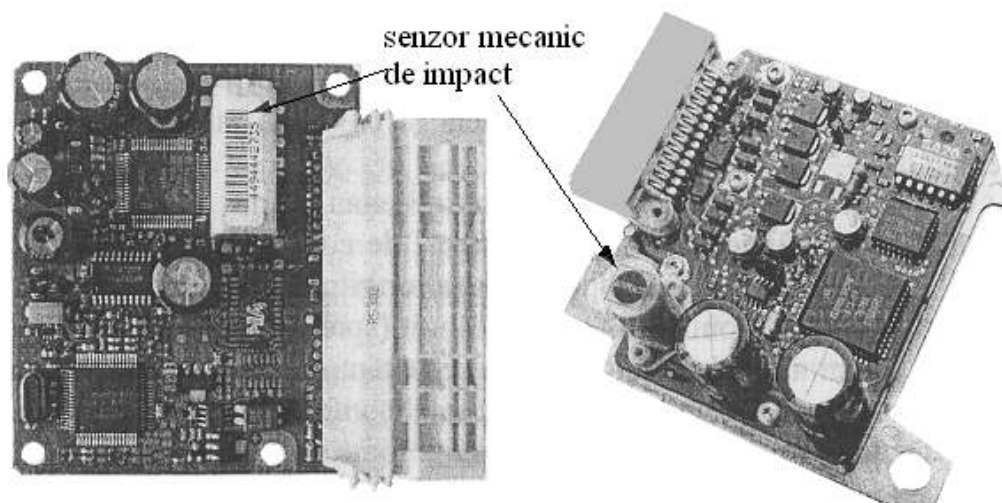


Fig.9.23.Senzori mecanici de impact incorporati in unitatea electronica de control.

## Unitatea de control electronică (UCE)



Fig.9.24

Unitatea de control electronică este cea care recepționează informațiile de la senzori, le prelucrează și comanda declanșarea sau nu a sistemului de protecție. Semnalele de la senzori sunt prelucrate în funcție de mai multe criterii. În principiu semnalele sunt prelucrate și filtrate deoarece senzorii de decelerație înregistrează și când se frânează extrem de puternic, iar în acea situație sistemul nu trebuie să se declanșeze. În funcție de acestea unitatea de control decide ce perne declanșează și în ce stadiu de umplere (deoarece sistemele noi au 2 stadii de umplere, iar în funcție de gravitatea coliziunii se declanșează doar primul stadiu de umplere sau ambele stadii), astfel în funcție de direcția loviturii pot fi declanșate numai pernele din față sau cele din față și cele laterale. Tot această unitate comandă și blocarea centurilor pretensionate.

Unitatea electronică de control este capabilă să detecteze prin intermediul unor senzori specifici (cameră CCD, senzori ultrasonici, detectori de câmp magnetic, senzori capacitivi de proximitate, celulele de sarcină incluse în scaun) informații privind poziția și gabaritul șoferului sau a pasagerului din față.

### Modalitatea de control electronic: centralizată sau distribuită

La momentul actual există două variante de control, în funcție de gradul de "inteligentă sau putere de decizie" cu care sunt dotați senzorii sateliți.

În varianta centralizată, toate deciziile privind declanșarea dispozitivelor pirotehnice de la centuri și airbaguri sunt luate de o singură unitate electronică de comandă, poziționată de regulă în tunelul central sau, mai rar în alte locații. Configurația centralizată poate avea senzori de decelerație de tip central, plasați în Unitatea Electronică de Control (UCE), sau poate dispune de o serie de senzori sateliți atât pentru determinarea coliziunii în stadii incipiente precum și alte variabile cum ar fi cuplarea centurii sau sesizarea tensiunii de întindere în centura de siguranță. În această categorie pot fi amintite și sistemele airbag integrale mecanice (nu se mai fabrică) sau electrice care conțin componentele într-un singur dispozitiv cu excepția sursei primare de energie electrică și eventual a sistemului de diagnosticare. Prin urmare ele includ senzori, generatorul de gaz împreună cu dispozitivul de declanșare și perna cu aer propriu zisă. Aceste sisteme au un avantaj al simplității, fiabilității și mai ales al costului. Totuși utilizarea lor este din ce în ce mai limitată și numai pentru impactul frontal datorită sensibilității la accelerațiile în direcția verticală și laterală (atât impactul frontal cât și cel lateral prezintă frecvent componente importante pe direcții încrucișate). De altfel aceasta sensibilitate este cea care a degradat serios performanțele sistemelor mecanice, predecesoarele actualelor sisteme electrice cu pernă de aer.

O altă deficiență a variantei integrale constă în faptul ca sunt necesare doua astfel de module, unul pentru șofer, celalalt pentru pasager având senzori și sistem de diagnosticare separat, fapt ce elimina, cel puțin în cazul variantei electrice avantajul prețului mai scazut. Cel mai mare neajuns al sistemelor integrale ramane insa faptul ca nu pot detecta in timp util orice tip de impact frontal numai cu ajutorul sensorului inclus in cutia electronica din interiorul cabinei, avand nevoie de cel puțin un sensor exterior montat in imediata vecinatate a zonei de coliziune.

Sistemul airbag centralizat poate avea senzorii de deceleratie montati in afara cutiei unitatii centrale, pe langa sensorul de validare (fie unul electric, fie unul mecanic). Senzorii sateliti (externi) in aceasta configuratie sesizeaza doar impactul si transmit un semnal digital ce codifica semnalul analogic sesizat de traductorul primar. Ei nu realizeaza nici o prelucrare suplimentara care sa analizeze tipul de impact, forta coliziunii sau alte informatii ce permit degrevarea microcontrolerului central de aceste sarcini. Controlerul central este responsabil de executia tuturor algoritmilor necesari intr-un impact (fata/spate, lateral si/sau rasturnare).

Este necesar deci ca acesta sa aiba o putere mare de calcul pentru a executa toti algoritmii necesari si in plus, sa poata executa celelalte functii de diagnosticare, initializare, calibrari, verificare stare centuri, detectie ocupanti. Spre exemplu, daca sistemul de protectie dispune de 4 SS, microcontrolerul va trebui sa execute simultan patru bucle de program pentru analiza datelor de la senzori. Este mai avantajos ca senzorii sa trimita un semnal de alarma prin emiterea unui anumit cod care sa dicteze o intrerupere a buclei centrale a procesorului si sa trimita la executia subrutinei de analiza a sensorului respectiv.

Senzorii sateliti fara putere de decizie proprie nu trebuie insa priviti ca simple sccelerometre deoarece ei contin in plus, toata logica de transformare si codificare a semnalului analogic in semnal digital (filtre, integratoare, amplificatoare, convertor analog digital, interfata si protocolul de comunicatie si regulatorul de tensiune) sub forma integrata, intr-un circuit specializat ASIC (Application Specific Integrated Circuit), ce permite legarea lor intr-o retea unica bifilara pe care comunica datele si prin care sunt alimentate la/de la unitatea centrala.

In configuratie distribuita senzorii sateliti au aceasi structura ca si interfata de comunicatie cu cei utilizati in modelul centralizat, insa dispun si de un microcontroler local care efectueaza anumite determinari referitoare la impactul produs in zona arondata punctului in care sunt plasati. Ei degreveaza astfel unitatea centrala de efectuarea unor algoritmi suplimentari. Senzorii dotati cu microcontroler propriu devin astfel ``analizatori si emitori de decizii``, spre deosebire de ceilalti care sunt simpli ``emitori de date``.

Trecerea de la o configuratie la cealalta presupune doar schimbarea senzorilor sateliti si a programului software din unitatea centrala, fara alte modificari hardware necesare. Acelasi lucru este valabil si pentru unitatile electronice centrale care utilizeaza un sensor unic sau senzori multipli. Cheia acestei simplificari in schema hardware ce ar permite utilizarea unui singur tip de UCE in oricare din configuratiile deschise, prin simpla modificare sau upgrad-are a programului software este data de tipul de comunicatie bidirectional care utilizeaza doar doua fire, pe care se pot conecta un anumit numar de senzori sateliti.

Actuatorul cu combustie prin efect pirotehnic, folosit la activarea airbagurilor, principiul de functionare:

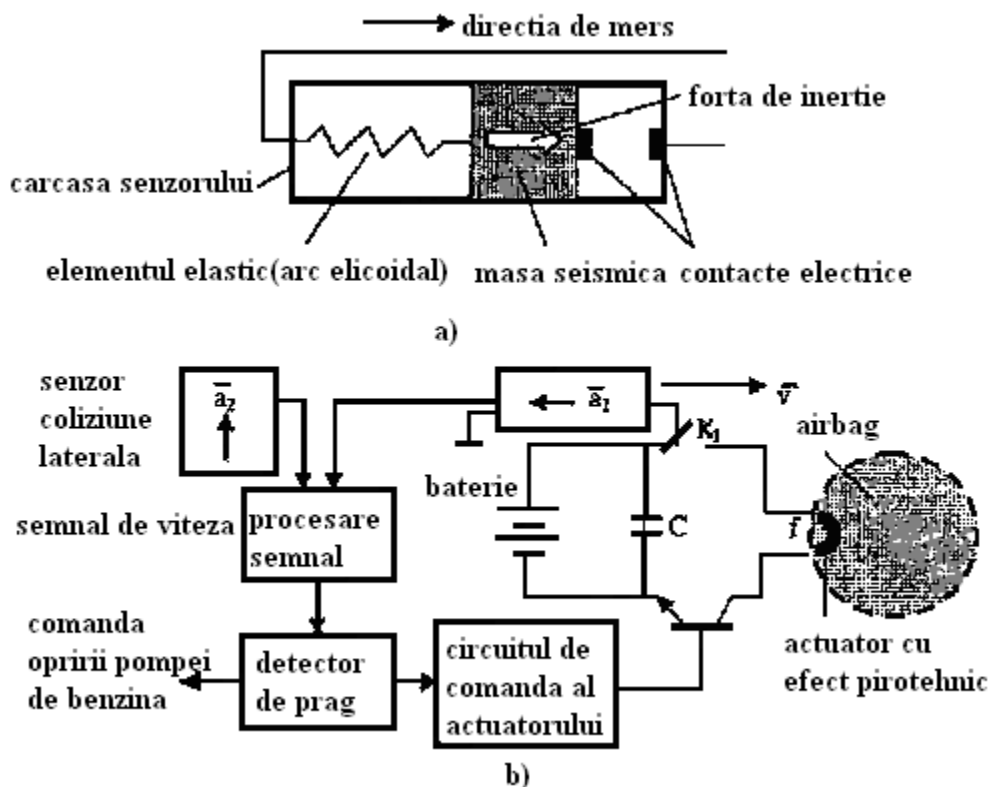


Fig.9.25.Schema functionarii actuatoarei: a) senzoruul inertial pentru comanda, b) structura sistemului de comanda si control a actuatoarei cu combustie.

In conditii normale de circulatie, acceleratia nu depaseste valoarea de 1 g. In cazul coliziunilor inasa, deceleratia creste rapid si poate atinge valori foarte mari. Prin operatia de procesare, se compara semnalul provenit de la accelerometru cu semnalul de prag existent in memoria de date, asociata microcontrolerului.

Daca pragul critic este depasit, se comanda automat descarcarea energiei inmagazinate in condensatoruul C peste filamentuul f. Acesta, aprinde substanta de combustie si prin explozia provocata, umfla pernele de protectie.

### Calculatoarele

Roluul acestora este de a analiza deceleratia vehiculului prin captorii interni si externi (sateliti pentru soc lateral) pentru a asigura declansarea elementelor pirotehnice. Pentru a face o analiza foarte precisa a deceleratiei, calculatoarele sunt plasate cit mai aproape posibil de centrul de gravitate al vehiculului, la nivelul consolei centrale. Calculatoarele sunt prevazute cu rezerve de energie (condensatori) ce pot asigura declansarea sistemului in momentul producerii socului chiar daca alimentarea electrica de baza a sistemului a fost taiata.

O functie de diagnostic integrata calculatorului permite alertarea conducatorului cu privire la o defectare a sistemului sau o configurare neconforma a acestuia prin aprinderea martorului de defect din tablou de bord (cu exceptia airbagului autonom). Martorul se aprinde citeva secunde la punerea contactului dupa care trebuie sa se stinga.

## Calculatoarele din prima generație

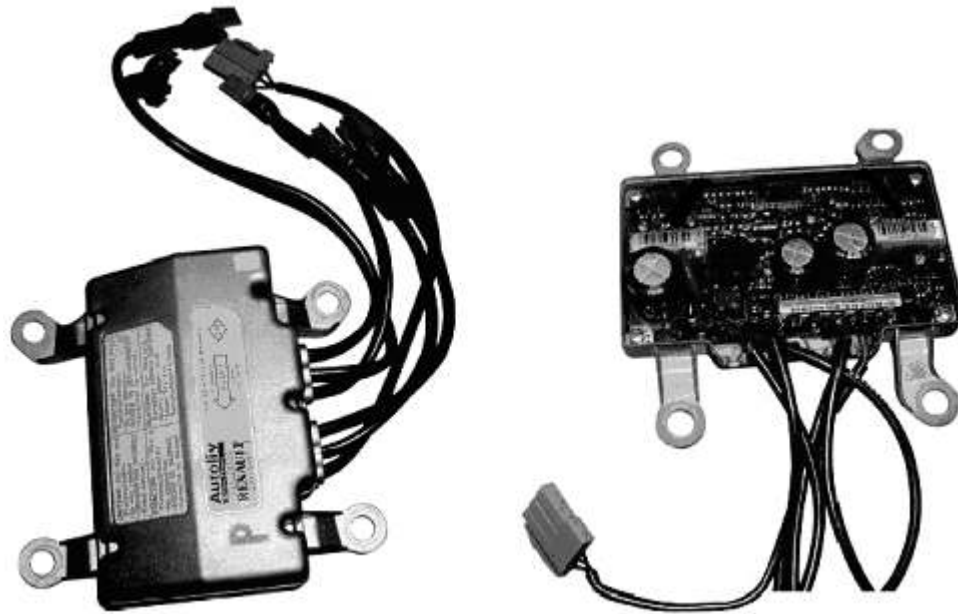


Fig.9.26.Calculatoare din prima generatie.

## Captorii electromecanici

Acestia pot gestiona: numai pretensionatoarele; pretensionatoarele și airbagurile.

Pentru a analiza violența șocului se folosesc captori electromecanici. Primul este folosit pentru declanșarea pretensionatoarelor iar al doilea pentru declanșarea airbagurilor. Pragurile de declanșare pentru cele două tipuri de elemente sunt diferite.

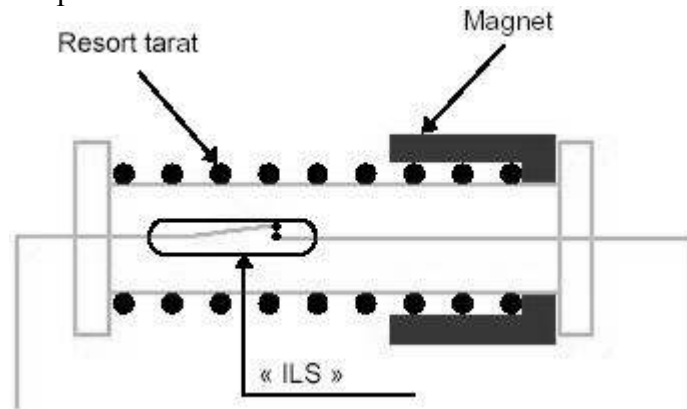


Fig.9.27.Captor electromecanic.

Principiul de funcționare al captorului este cel al intrerupătorului cu lamă suplă ILS (contact REED). Pentru o decelerație importantă magnetul se deplasează și produce închiderea contactului prin câmpul magnetic pe care îl produce.

## Calculatorul autonom



Fig.9.28. 1-calculator autonom, 2-martor defect, 3-ansamblu de pile, 4-pilă principală, 5-pilă secundară.

Particularitatea acestui sistem constă în faptul că alimentarea calculatorului ( 1 ) se face printr-un ansamblu de două pile electrice ( 3 ) și nu prin bateria vehiculului ( sistem autonom ). După consumarea pilei principale ( 4 ) o pilă secundară ( 5 ) preia rolul de alimentare cca. 5 săptămâni. Conducătorul este astfel alertat prin intermediul matorului luminos plasat la nivelul volanului. Totodată acesta este folosit și ca martor pentru defecte.

### Calculatoarele din a doua generație

Aceste calculatoare pot gestiona pilotarea pretensionatoarelor, airbagurilor frontale dar și a celor laterale sau perdea (funcție de echipare) datorită captorilor de șoc laterali.

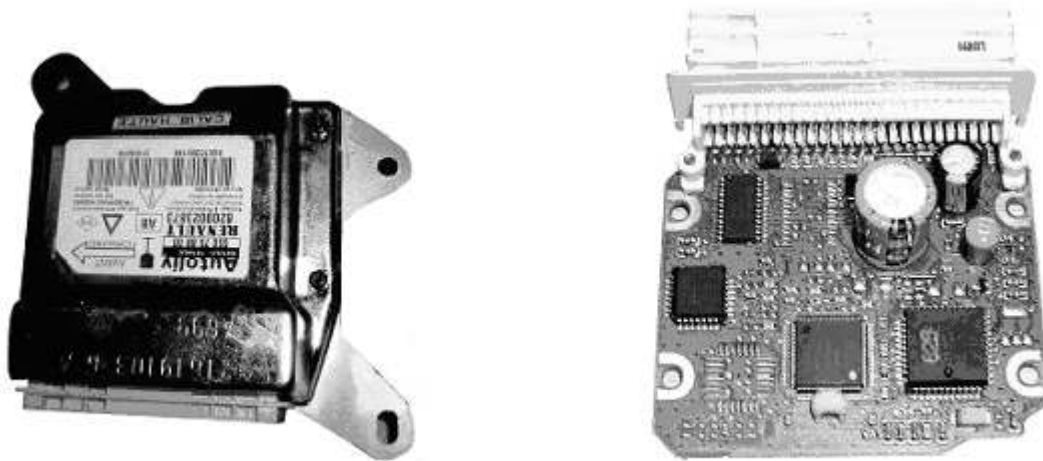


Fig.9.29. Calculatoare din a doua generatie.



Pentru a analiza violența șocului calculatoarele folosesc captori electronici, dintre care doi sunt plasați în stalpii centrali din partea dreaptă și din stanga pentru șocurile laterale (sateliți).

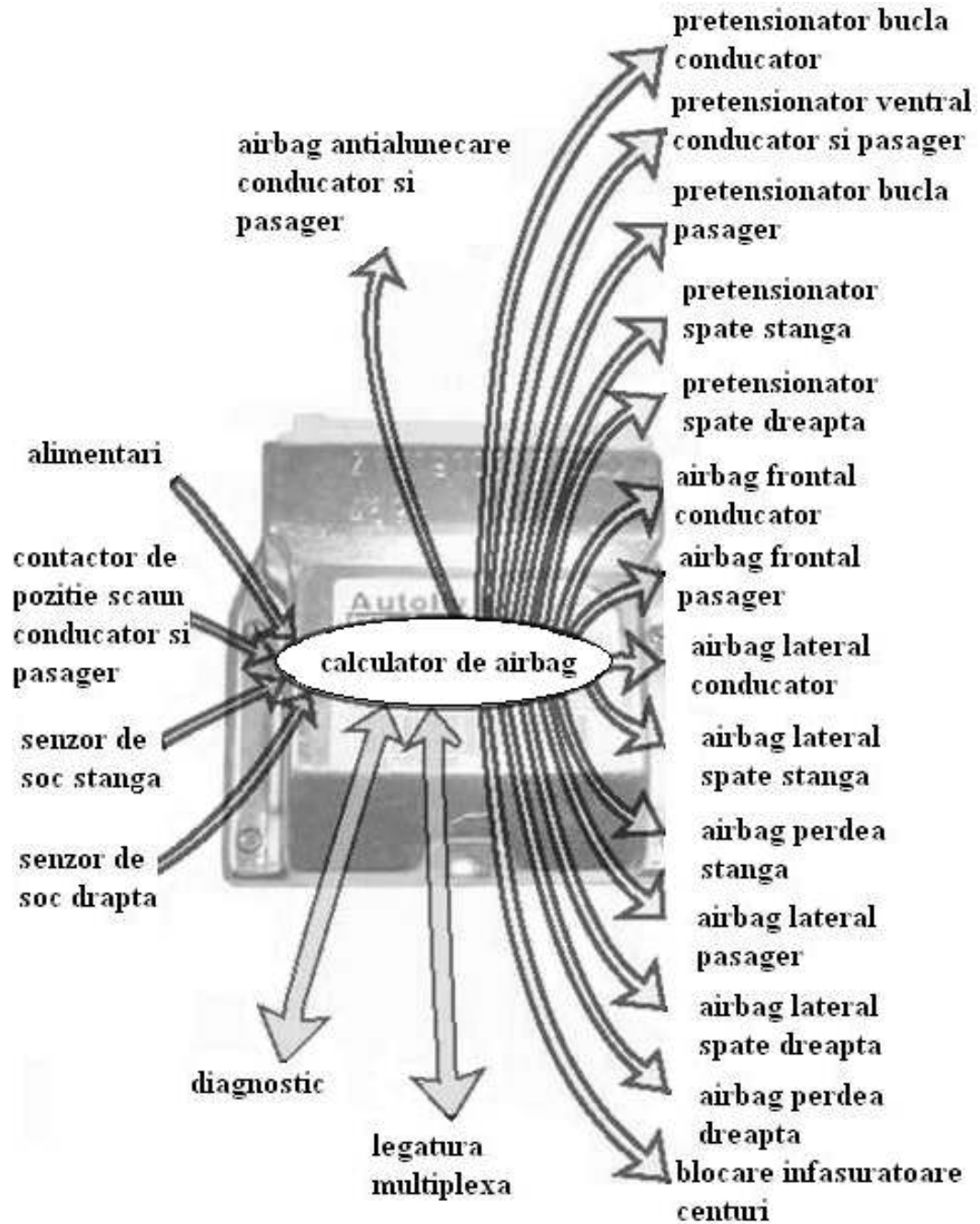


Fig.9.30.Schema calculatorului de airbag.

## Diverse airbaguri

### Airbagul de înalt randament

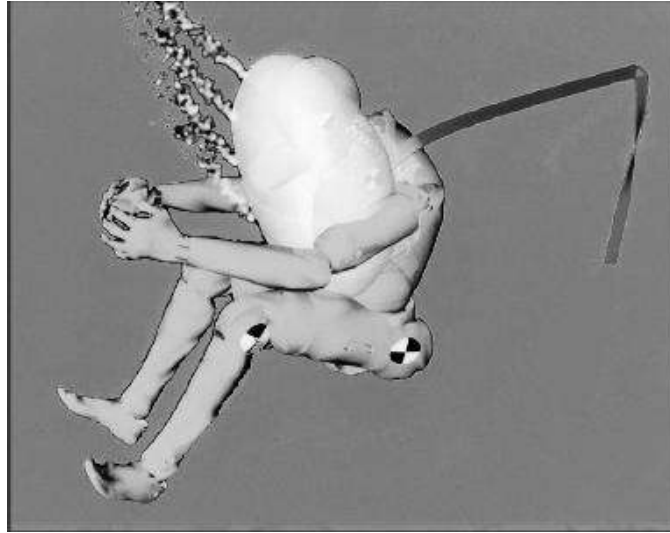


Fig.9.31.Airbag de inalt randament.

Aceste airbaguri au o formă specifică pentru a reține capul și toracele. Totodată sunt prevăzute cu orificii de descărcare progresivă și care evita totodată ca perna de aer să se afle în stare degonflată atunci când ocupantul încă nu a intrat în contact cu aceasta. După producerea șocului limitatorul de efort integrat în înfășurătorul centurii produce reținerea progresivă a ocupantului care apoi va apăsa asupra pernei ce începe să se degonfleze eliminând gazul intern prin orificiile de descărcare când apăsarea depășește cca. 300 daN. Aceste airbaguri au un volum mai mare în raport cu cele din generația anterioară. Pentru anumite cazuri sunt necesare două generatoare de gaz pentru a produce gonflarea airbagului pasager (funcție de volumul acestora).

### Airbagul dublu volum

Airbagul dublu volum permite a adapta gonflarea acestuia la violența șocului cât și la poziția scaunelor față. Aceste airbaguri sunt numite airbaguri adaptive.

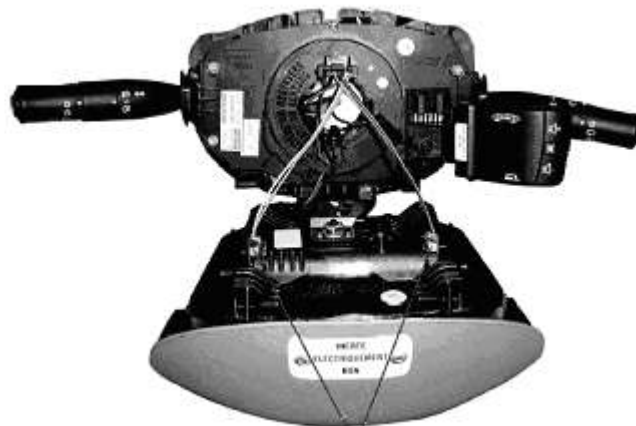


Fig.9.32.Airbag dublu volum.

Fiecare airbag dublu volum dispune de două generatoare pirotehnice comandate prin două linii separate. Calculatorul comandă un singur generator pentru a obține primul volum (mai mic) și ambele generatoare pentru a gonfla total airbagul.

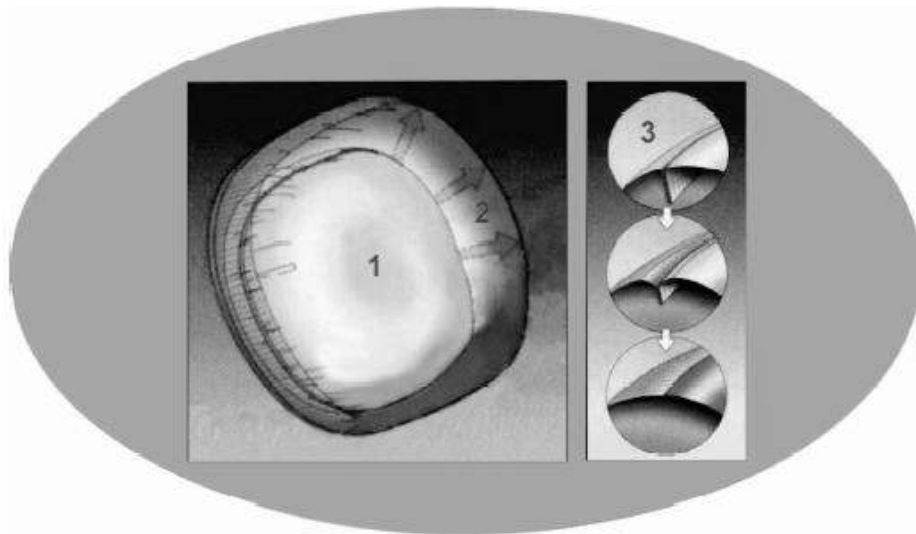


Fig.9.33.Modul de umflare al airbagului dublu volum: 1-volum mic, 2-volum mare, 3-cusătură fuzibilă.

Sacul frontal este constituit din două anvelope legate între ele printr-o cusătură fuzibilă. Obținerea volumului maxim se face prin ruperea cusăturii la declanșarea celui de al doilea generator pirotehnic.

#### **Airbagul lateral**

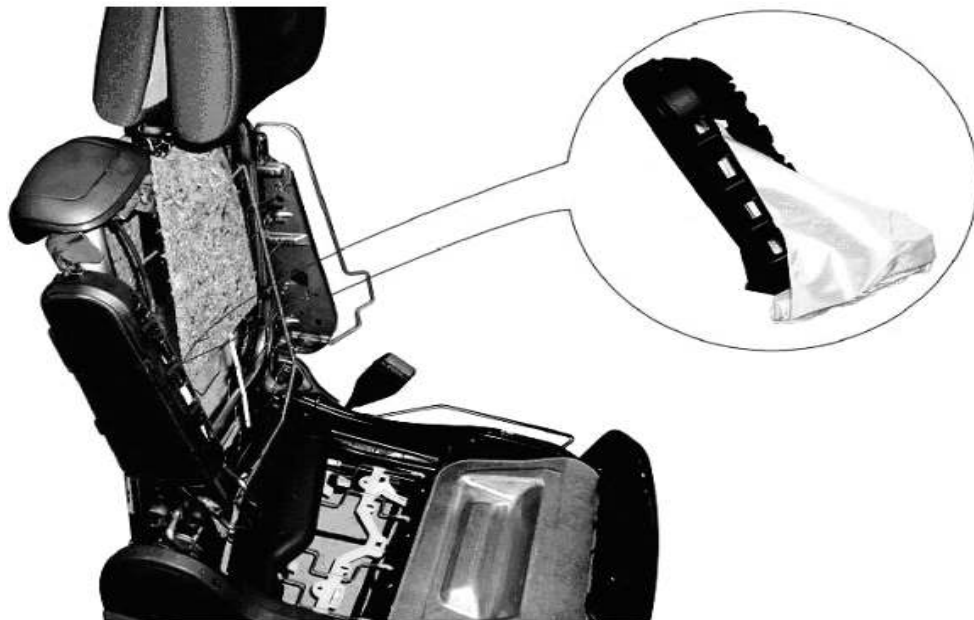


Fig.9.34.Airbag lateral.

Se află fixat pe armătura scaunelor față și / sau spate spre partea portierei, și conține un generator pirotehnic. Pernele gonflabile au rolul de a proteja ansamblul cap / torace sau numai

toracele funcție de tipul vehiculului. În plus, pentru protecția capului, vehiculul poate fi dotat cu un airbag perdea. La acest sistem, airbagurile laterale sunt pilotate de calculatorul airbag în funcție de informația captorilor de șoc laterali ( sateliți ).

### Airbagul lateral autonom

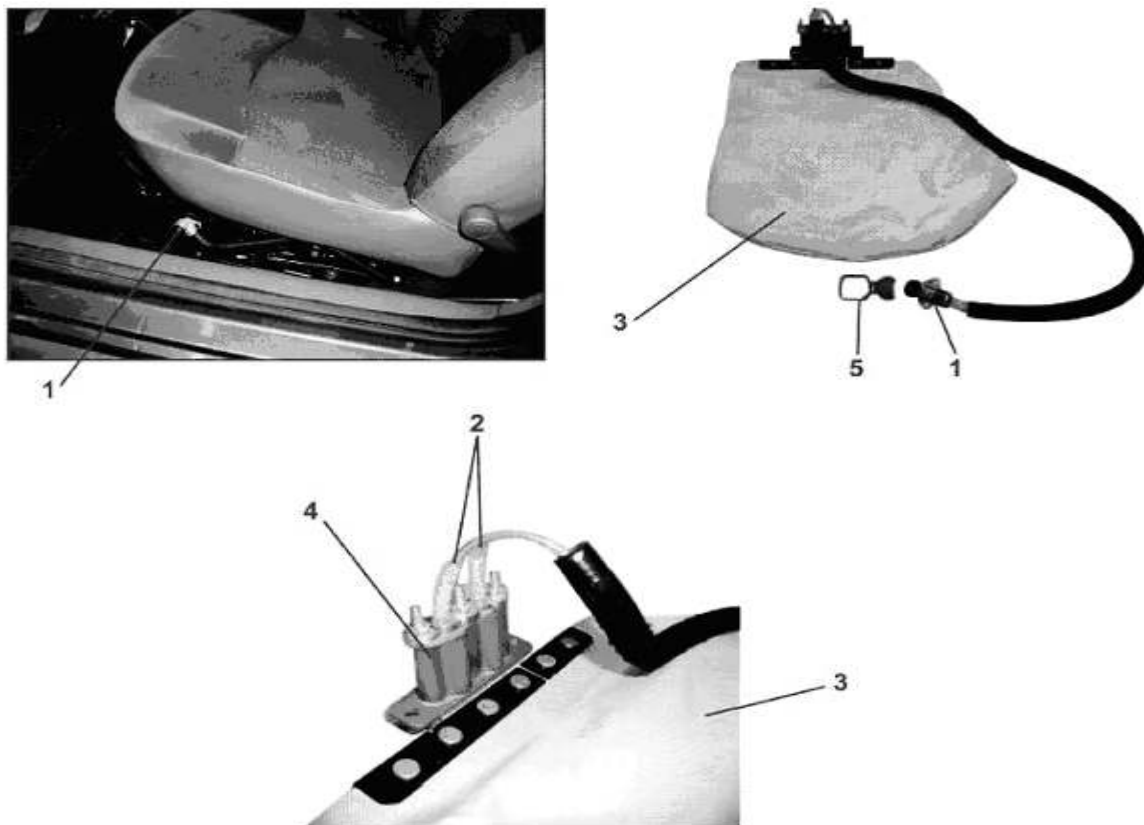


Fig.9.35. Alcătuirea airbagului lateral autonom.

Scaunul integrează un captor pirotehnic ( 1 ), două tuburi « NONEL » și o pernă gonflabilă ( 3 ). La producerea unui șoc lateral perculatorul este acționat de chesonul portierei deformat. Combustia declanșată la nivelul percutorului se continuă prin cele două tuburi NONEL ( 2 ) căptușite la interior cu praf de combustie. În final sunt declanșate generatoarele de gaz ( 4 ) și se produce gonflarea pernei. Pentru a se putea gonfla, perna rupe capacul modulului airbag, spuma scaunului și materialul textil al acestuia. Dispozitivul de securitate ( 5 ) permite intervenția la nivelul scaunului, limitînd riscul de declanșare. Acesta maschează percutorul.

### Airbagul perdea

Pe anumite vehicule, protecția capului ocupanților este asigurată de airbagurile perdea. În figura 41 se pot observa elementele: 1-generatorul pirotehnic, 2-sacul gonflabil.

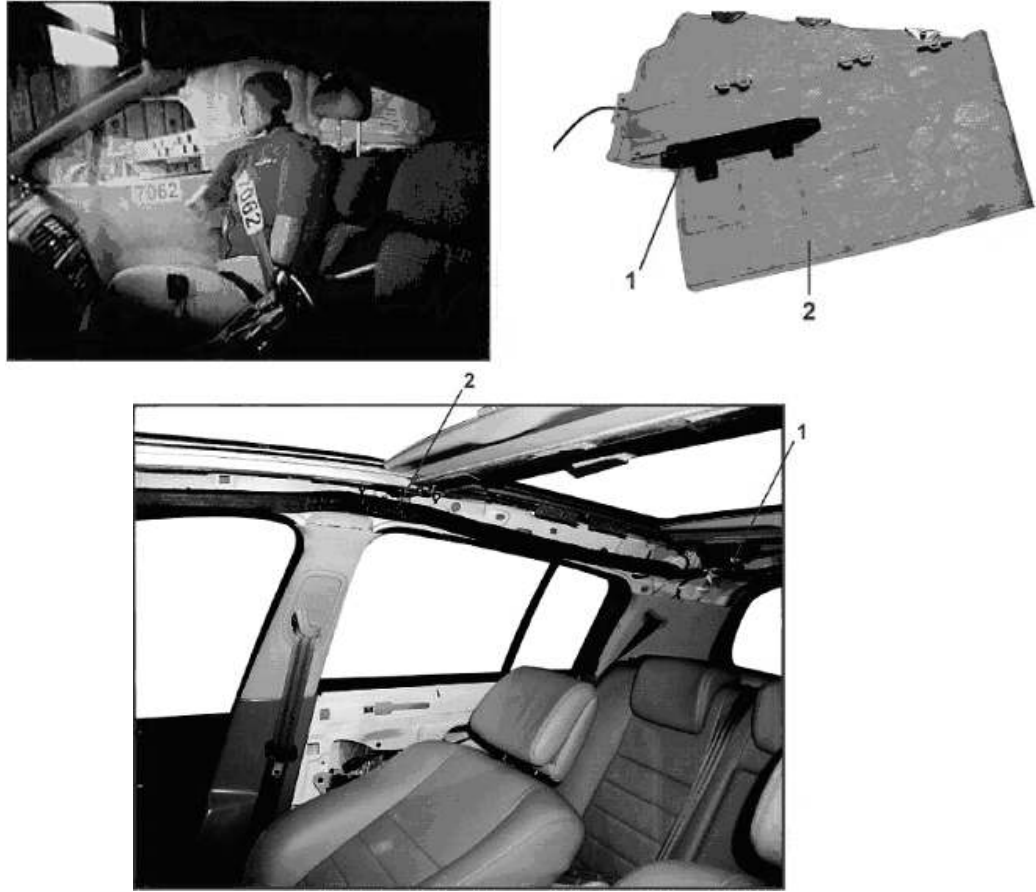


Fig.9.36. Amplasarea airbagului perdea.

**Airbagul antialunecare**

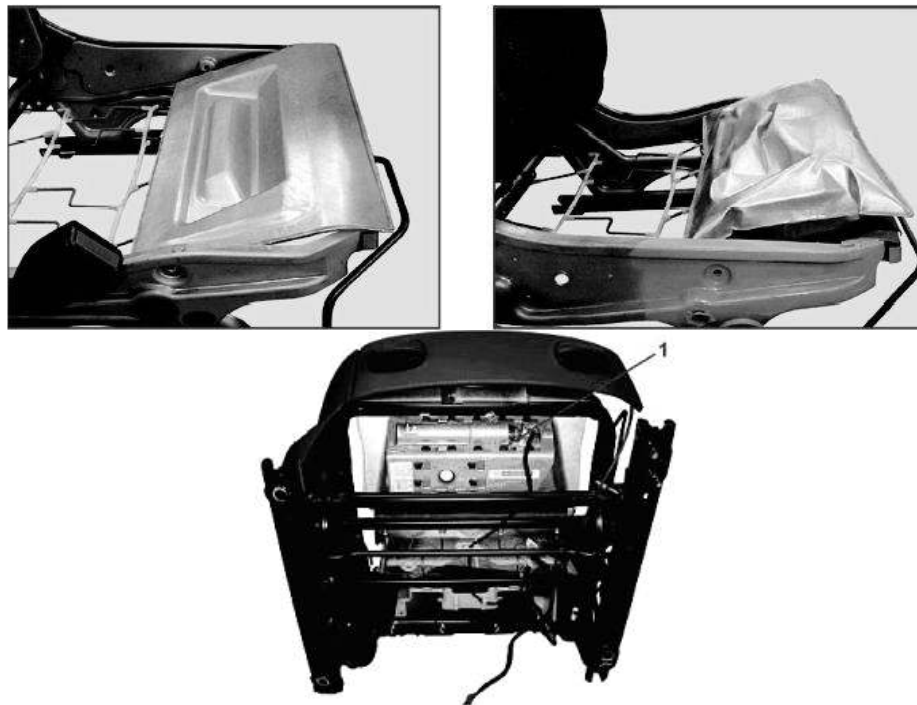


Fig.9.37. Airbag antialunecare. 1-dispozitiv pirotehnic.

Acest tip de airbag permite a limita efectul de sub-marinaj.

Comanda generatorului pirotehnic al airbagului antialunecare deformează anvelopa metalică de sub șezutul scaunului. Obstacolul astfel creat se opune sub-marinajului.

#### 9.4. Centura de siguranță



Fig.9.38.Model de centura de siguranță in trei puncte.

Centura de siguranță reprezintă echipamentul principal de asigurare a ocupanților în cabina autovehiculului, fiind proiectate să reducă riscul de traumatizare în toate tipurile de coliziuni și situații periculoase de accidente. În prezent legislația prevede dotarea oricărui autovehicul pentru transportul pasagerilor și a marfurilor cu centuri de siguranță pentru fiecare loc ce poate fi ocupat de un pasager uman cu unele excepții. Centurile de siguranță sunt astfel concepute încât să permită asigurarea independentă a fiecărui ocupant, atât în cazul scaunelor individuale cât și a celor așezați pe banchete cu două sau trei locuri.

#### Evoluția centurii de siguranță

Prima centură de siguranță pentru asigurarea pasagerilor pe scaun a fost proiectată în anul 1903 de către un fabricant francez de automobile, iar utilizarea ei s-a realizat în 1910 pe aeroplane pentru menținerea pilotului în carlingă pe parcursul unor viraje de tip ``luping`` sau în cazul rulării inverse (cu roțile în sus). Centura a început să se folosească și pentru automobile în anul 1949, inițial ca opțiune, ulterior fiind impusă în Statele Unite ale Americii, începând cu anul 1966, printr-o hotărâre a Congresului. Asigurarea se realiza printr-o centura constituită dintr-un singur segment trecut pe deasupra regiunii lombare (pelviene) a pasagerului.

În SUA firma Ford instalează ca opțiune în 1956 centura în două puncte iar în Europa, Mercedes Benz oferă în 1957 centura de siguranță în două puncte, mai întâi ca opțiune iar apoi ca echipament standard. În 1959 este inventată de către inginerul N. Bohlin de la firma Volvo centura de siguranță ancorată în trei puncte, aceasta înlocuind centura în două puncte, inițial doar pe locurile din față. Datorită posibilității de a produce separări la nivelul vertebrelor lombare urmate uneori de paralizie (sindromul ``centurii de siguranță``) începând din anul 1980 aceasta este înlocuită cu noua centură în trei puncte și pentru locurile din spate. Volvo include centura de siguranță ca echipament standard începând cu anul 1959.

În România, obligativitatea purtării centurii de siguranță a fost stipulată mult mai târziu, respectiv în anul 1994, fapt ce explică parțial atât procentul redus de utilizare (sub 20 %), cât și cifra mare de decese sau accidente grave în accidente de circulație.

În prezent marea majoritate a fabricanților de dispozitive pasive de securitate promovează centura de siguranță cu doua treceri (peste torace și pelvis) și trei puncte de ancorare, de curând fiind introduse și centurile de siguranță în patru puncte în X, dar și în V. Centurile cu unica trecere peste regiunea lombară au fost retrase atât datorită unor traumatisme soldate cu disloări ale vertebrelor lombare (rezultate ca urmare a diferențelor de accelerație în mișcarea îngădită a pelvisului și cea liberă a toracelui) cât și datorită fenomenului de alunecare dinspre regiunea pelviană spre cea abdominală (fenomen denumit ``submersie`` prezent și la centurile cu 3 puncte de ancorare).

### **Structura unui sistem de asigurare prin centura de siguranță**

Centurile moderne sunt dispozitive mecatronice complexe care includ în afara benzii texturate propriu-zise un dispozitiv de interblocare, un retracor având funcția de ajustare a lungimii centurii pentru asigurarea unui confort și protecție optime, un dispozitiv pirotehnic de pretensionare în cazul producerii coliziunilor, senzori de determinare a forței de pretensionare în centură și eventual o îmbracaminte gonflabilă ce se poate umple automat cu aer și reduce solicitarea exercitată asupra trunchiului în cazul unor pretensionări mai dure. Controlul electronic al pretensionării prin declanșarea elementului pirotehnic atât în cazul pretensionării, cât și a captuselii gonflabile este, de regulă, asigurat de unitatea electronică de control a airbagului.

Noile dispozitive retractoare din așa numită a doua generație sunt prevăzute cu propria Unitate Electronică de Control și cu motor electric de acționare ceea ce permite activarea lor în sensul eliminării jocului și ajutarea ocupantului să ocupe o poziție mai bună în scaun înainte de producerea impactului.

Cea mai utilizată centură este cea în trei puncte (figura 9.39 ), care atunci când este utilizată capătă pentru asigurare o forma trunghiulară cu două dintre laturi desfășurate de-a lungul corpului pasagerului, deasupra pieptului și toracelui, respectiv deasupra regiunii lombare. De regulă ea face două bucle, una peste umărul, cealaltă la nivelul șoldului pasagerului asigurat.

Ancorarea și alunecarea la nivelul buclei umărului este realizată printr-un inel oval numit inel sau cataramă D deoarece are de multe ori forma literei respective. Ea este prinsă aproape întotdeauna de stâlpul vertical central și poate culisa în plan vertical pentru a se putea ajusta în funcție de talia și confortul necesare persoanei asigurate. Sistemele moderne sunt prevăzute cu o serie de dispozitive automate pentru ajustarea lungimii și tensionării centurii numite retractoare, dispozitive de pretensionare, sau limitatoare a tensionării. Catarama poate fi realizată din metal cu inel de buclare îmbracat în plastic sau poate fi integral fabricată din plastic.

A doua buclă, cea de la nivelul șoldului este realizată cu ajutorul cataramei B, constituită din doua elemente (mamă, tată) necesare prinderii sau desfacerii centurii de catre

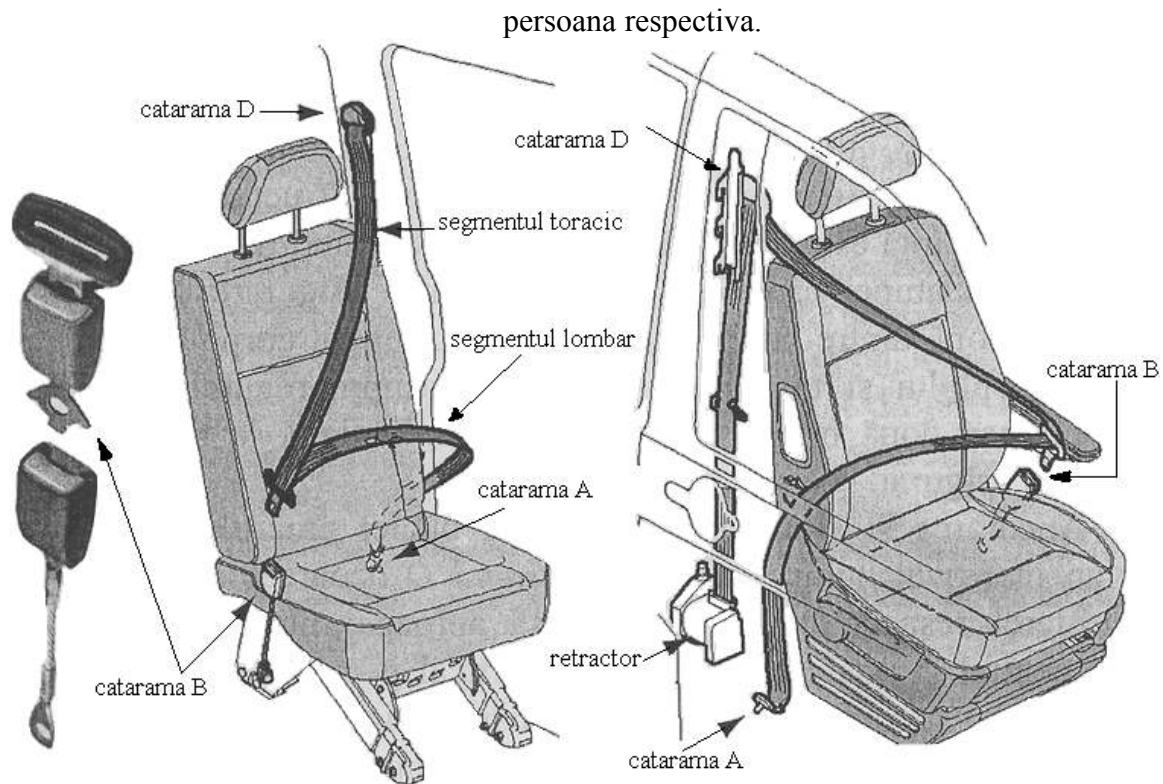


Fig.9.39.Structura centurii de siguranță în trei puncte de ancorare.

Este de dorit ca ancorarea centurii să se facă cât mai puțin legat de structura interioară a caroseriei sa pe cât mai mult posibil față de scheletul scaunului deoarece poziția acestuia fiind reglabilă în interiorul cabinei, poziția ocupanților lui nu va putea fi altfel menținută constantă în raport cu centura de prindere. În majoritatea cazurilor centura în trei puncte are un singur element de prindere fixat de caroserie, catarama D, atașata de stalpul vertical central.

#### Dispozitivul retractor

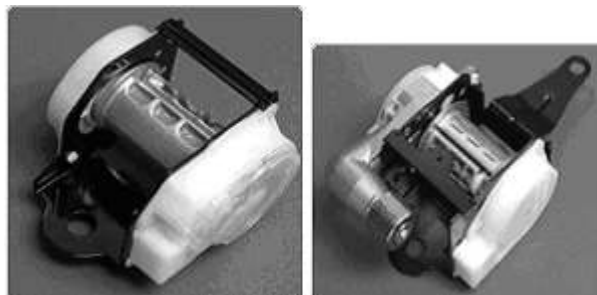


Fig.9.40.

Acesta permite ajustarea lungimii segmentelor centurii pentru a obtine gradul de confort și de siguranță optime.

Dispozitivul retractor este aproape întotdeauna constituit dintr-un moșor metalic pe care se înfășoară banda centurii sub acțiunea unui arc elicoidal pretensionat. Datorită forței de



acțiune a arcului, centura se va înfașura întotdeauna pe un mosor atât timp cât nu se utilizează. Atunci când pasagerul se asigură, centura este trasă contra forței arcului respectiv fiind eliberată de pe mosor în măsura în care poate fi trecută de-a lungul trunchiului și fixată printr-o cataramă într-un dispozitiv de blocare plasat lateral, în dreptul șoldului.

Retractorul convențional se caracterizează printr-o tensionare relativ constantă a centurii în situația utilizării acesteia și printr-o funcționare similară, indiferent de situații cu potențial de accident precum impactul său de condiții de rulare anormală precum răsturnarea, frânarea foarte bruscă și puternică sau virări strânse. Există și dispozitive retractoare așa numite "inteligente" care pot să varieze forța de tensionare a centurii pe diverse nivele, în funcție de diferite moduri de asigurare în scaun. O astfel de variație a forței de pretensionare poate fi realizată cu ajutorul unui motor electric care comandă bobinarea sau debobinarea mosorului în funcție de indicațiile unui senzor de măsurare a forței de întindere a centurii.

Construcția clasică a unui retractor prevăzut cu dispozitiv de blocare în caz de urgență (aparitia unei deceleratii importante a pasagerului asigurat) este prezentat în figura 9.41.

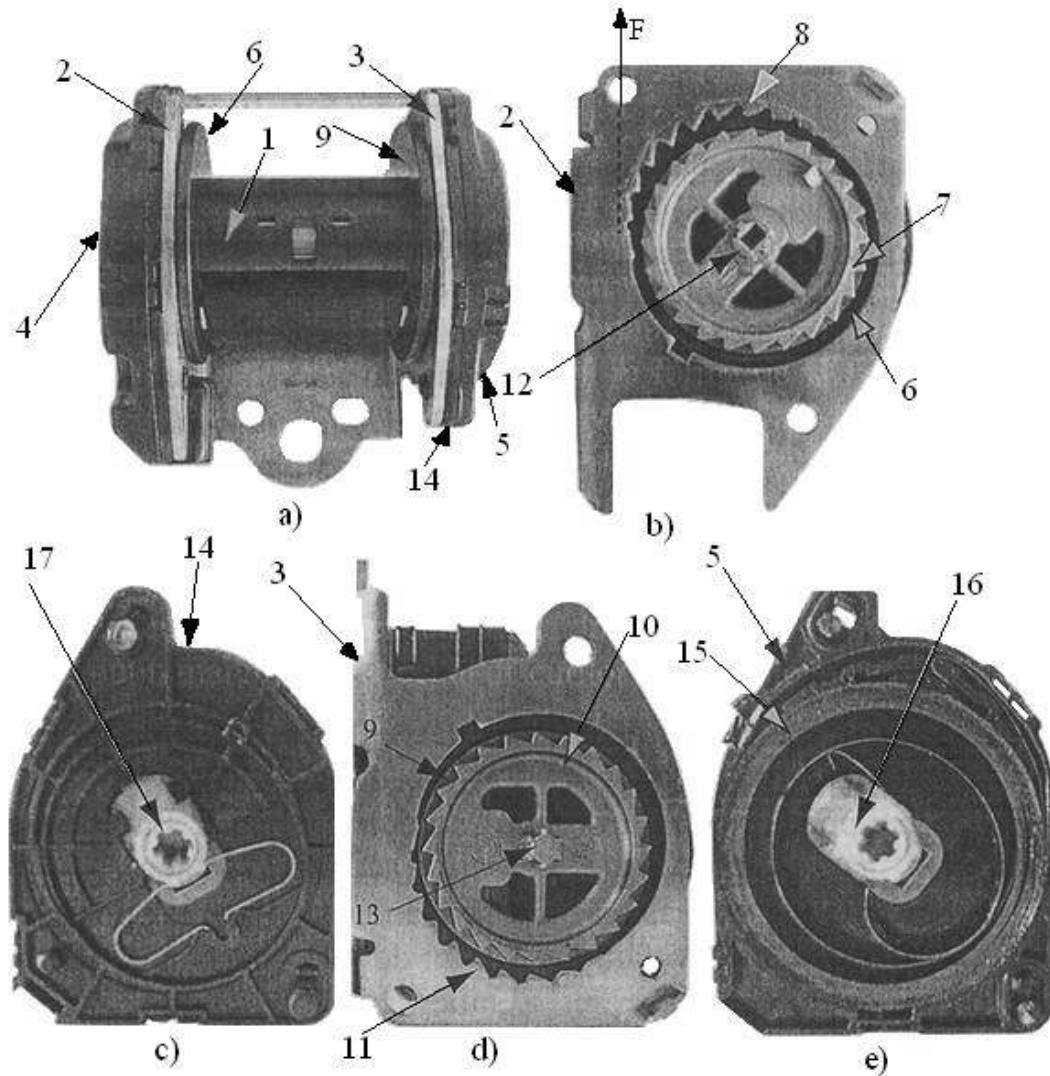


Fig.9.41. Construcția unui retractor prevăzut cu blocare la decelerare de urgență.

Carcasa metalică în forma de U (imaginea a) este compusa în principal de cei doi pereți laterali 2 și 3 ce constituie suportul mosorului 1 pe care se înfășoară banda centurii. Aceasta este montată astfel încât să nu permita deplasări axiale, dar să se poată mișca radial sub efectul forțelor transmise de centură în momentul blocării. Pentru aceasta, doua deschideri circulare sunt practicate în cei doi pereți ai carcasei metalice având diametrul puțin mai mic decât cel al discurilor laterale ale mosorului.

Cele doua discuri ale mosorului 6 și 9 sunt prevăzute la partea exterioară cu câte o roată canelată în forma de dinți de fierastrău, 7, respectiv 10. Pe aceste roți sunt turnați și arborii de susținere ai mosorului, 12 și 13. Fiecare din cei doi arbori sunt susținuți de către un lagăr elastic în formă de cupă (spre exemplu 17 pentru roata 3 a mosorului), realizat din material plastic sau teflon grafitat. Fiecare lagăr tip cupă se montează pe un manșon (16 pentru lagărul 17) ce îi permite un ghidaj sau joc radial într-un canal fantă practicat în pereții de susținere (14 pentru manșonul 16). Datorită elasticității lagărelor și a jocului permis, manșonul 1 se poate mișca radial în cele două deschideri circulare din carcasă atunci când este aplicată o anumită tensionare  $F$  în banda centurii.

Deschiderile circulare din cei doi pereți de susținere sunt prevăzute cu un sector dințat 8, respectiv 11 având dinții orientați astfel încât să poată intra în angrenare cu cei ai roților 7, respectiv 10. Există și construcții de retractoare care au întreaga periferie a deschiderii circulare prevăzută cu dantura în formă de dinți de fierastrău sau în alte cazuri numai una din deschideri are practicată la periferie o astfel de dantură.

La cele doua extremități ale carcasei retractorului, plasați pe cei doi pereți 2 și 3 se află un dispozitiv automat de blocare (autoblocant) 4, respectiv un element elastic de tensionare compus dintr-un platou de susținere 14 (imaginea c) și un arc lamelar 15 montat pretensionat (imaginea e) și având unul din capete fixat într-o fantă practicată în partea externă a manșonului 17. În cazul unei mișcări înainte a pasagerului fără ca decelerația să depășească un anumit prag, mosorul se învârtă eliberând banda care rămâne tensionată de forța arcului lamelar, astfel încât, atunci când centura este eliberată, ea se rebobinează automat pe mosor.

Într-o coliziune care face ca tensiunea în centura  $F$  (imaginea b) să depășească un anumit prag, acele lagăre și manșoanele suport asociate se deplasează prin întindere elastică sau chiar prin distrugere ceea ce face ca danturile celor două roți dințate să angreneze cu sectoarele dințate 8 și 11, blocând astfel desfășurarea centurii. Atât timp cât tensionarea persistă, cele două sectoare dințate rămân în angrenare, nepermițând ocupantului să se deplaseze înainte.

Cele mai multe modele de retractoare includ și un mecanism secundar de blocare a mosorului cu bandă, în afară de cel prezentat anterior. Acesta include un mecanism de retenere mobil prevăzut cu dinți care angrenează cu dantura internă a suportului mosorului, blocându-l. În figura 47 este prezentată una din realizările practice ale acestui dispozitiv.

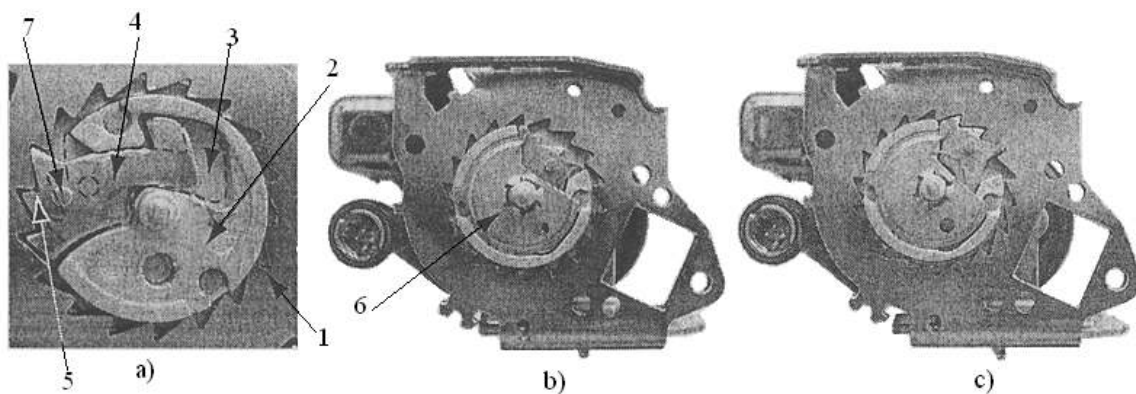


Fig.9.42.Dispozitiv mobil de restrictionare a debobinării mosorului retractorului în decelerări importante.

Așa cum se poate observa din imaginea a, una din roțile laterale ale mosorului (2 pe figură) nu mai este prevăzută cu dinți care să angreneze cu dantura decupării circulare 1 a peretelui lateral al retractorului bloând astfel mosorul. În schimb, ea are o decupare 3 în care se găsește piesa de blocare 4, adâncimea decupării fiind astfel aleasă încât suprafața exterioară a piesei 4 să fie la același nivel cu planul peretelui lateral.

Piesa mobilă de blocare este menținută în interiorul degajării 3 cu ajutorul unui capac circular 6 fixat forțat pe arborele mosorului prin câteva urechi cu vârf ascuțit. Pe suprafața exterioară a piesei de blocare, în zona danturii 5 se afla fixat un plot 7 prin care mișcarea piesei de blocare 4 este controlată cu ajutorul unui mecanism automat de blocare.

Atunci când pasagerul dorește să se asigure, trage de capătul centurii de siguranță prevăzută cu limbă metalică până aceasta este introdusă în catarama de blocare. În acest fel mosorul se învârtă contra arcului lamelar care se tensionează suplimentar, banda centurii fiind eliberată. În tot acest timp, piesa de blocare 4 ocupă o poziție retrasă în interiorul locașului 3 cu dinții 5 separați de dantura interioară 1, așa cum este prezentat în imaginea b. Poziția respectivă este rezultatul acțiunii mecanismului automat de blocare care pivotează plotul 7 spre interior. Atunci când centura este eliberată, banda se rebobinează automat pe mosor sub acțiunea destinderii arcului elastic.

Dacă în timpul călătoriei au loc evenimente care duc la deplasarea spre înainte a pasagerului (frânare bruscă) și la rotirea bruscă a mosorului pentru eliberarea de bandă, sau la activarea mecanismului automat de blocare, piesa mobilă 4 este forțată prin intermediul plotului 7 să pivoteze spre exteriorul roții 2 făcând că dinții 5 să angreneze cu dantura interioară 1 (imaginea c). Arborele mosorului este blocat astfel relativ la perții laterali ai retractorului făcând imposibilă extragerea suplimentară de bandă.

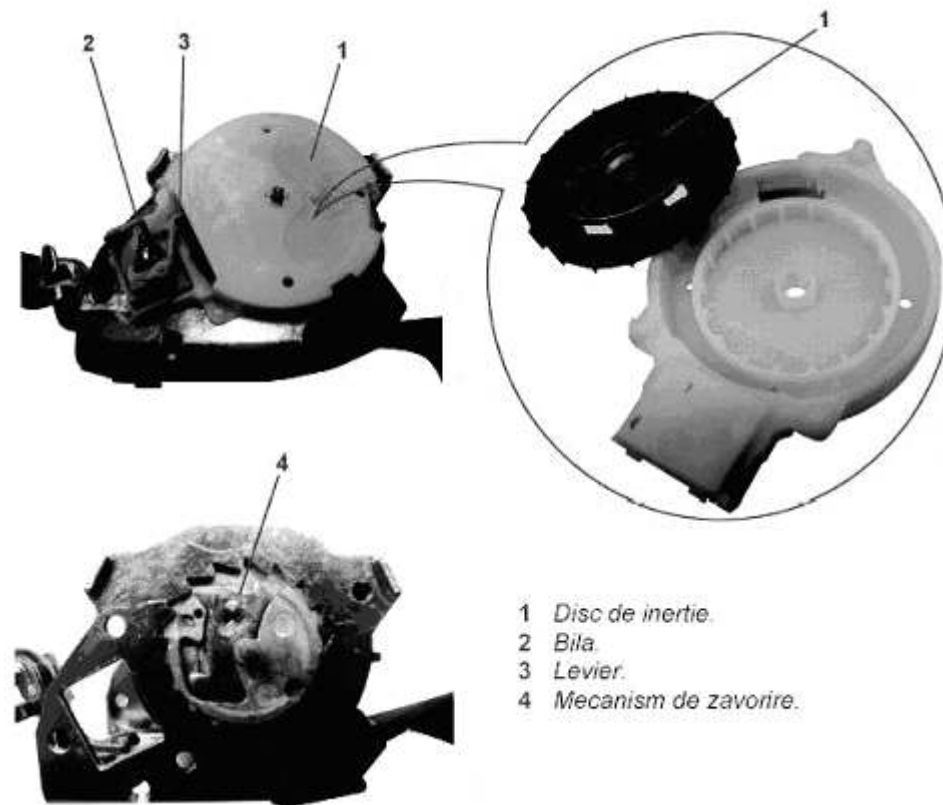


Fig.9.43.Alcătuirea unui retractor.

Funcționarea unei centuri de siguranță este supusă legislației din domeniul automobilului. O centură de securitate se blochează prin două mijloace diferite: datorită vitezei de derulare a centurii care la depășirea unei valori a accelerației (0,8g până la 2g) se va bloca datorită unui disc de inerție (1); datorită accelerațiilor și decelerațiilor vehiculului dar și datorită poziției unghiulare. În aceste cazuri blocajul centurii se datorează unui mecanism cu bilă (2) și levier (3) ce acționează asupra mecanismului de zăvorire (4).

#### Blocajul electric al înfășurătoarelor

Din motive de confort înfășurătoarele centurilor de securitate pot fi amplasate în spătarele scaunelor față. În această situație mecanismul de blocare al centurii în caz de accelerare, decelerare sau înclinare devine inoperant deoarece spătarul poate ocupa diferite poziții. În acest caz, mecanismul de blocare de tip inerțial este înlocuit cu unul de tip electric.

Un calculator electronic comandă blocarea înfășurătoarelor în următoarele situații: frînare importantă a vehiculului, la producerea unui șoc ce a condus la declanșarea elementelor pirotehnice, înclinare importantă a vehiculului.

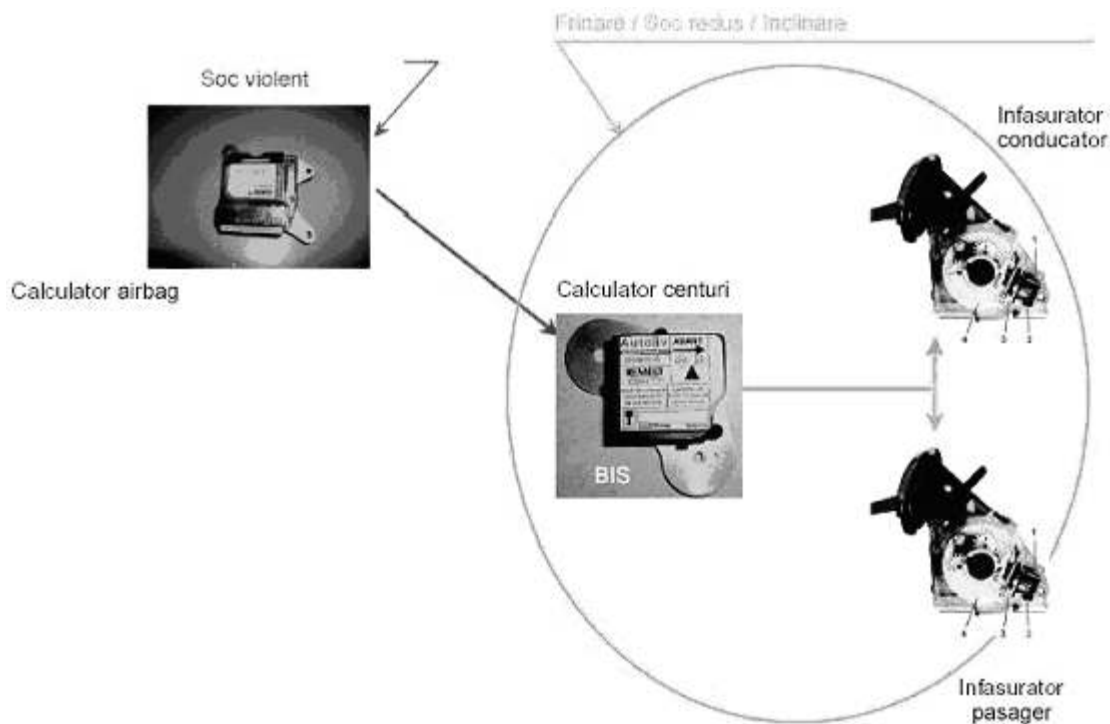
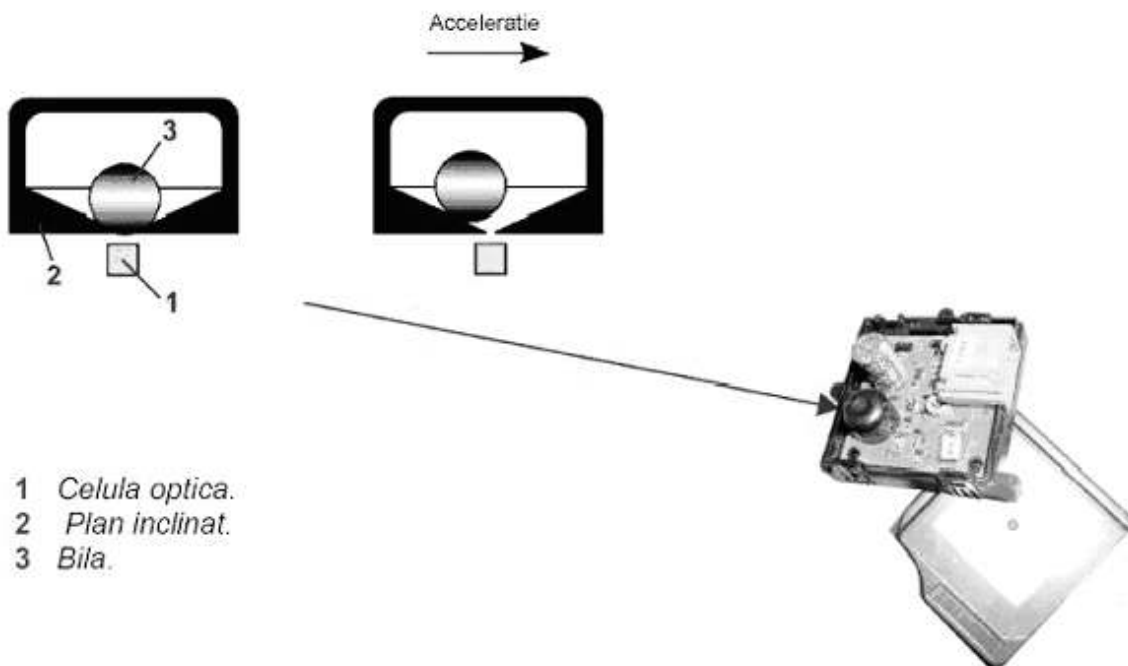


Fig.9.44.Modul de comandă al înfașurătoarelor electrice în cazul unui accident.

Modul de funcționare este de tip autonom datorită unui captor optic integrat în calculator. În cazul producerii unui șoc ce a condus la declanșarea elementelor pirotehnice, calculatorul airbag va comanda și blocarea înfașurătoarelor.

### Captorul optic



- 1 Celula optica.
- 2 Plan inclinat.
- 3 Bila.

Fig.9.45. Captorul optic

Captorul informează calculatorul cu privire la accelerațiile și înclinările vehiculului. Acesta conține o bilă ce datorită inerției se poate deplasa pe un plan înclinat. Deplasarea bilei face ca traductorul optic să informeze calculatorul cu privire la necesitatea efectuării unui blocaj al centurii.

### Înfășurătorul față cu mecanism de blocare cu comandă electromagnetică

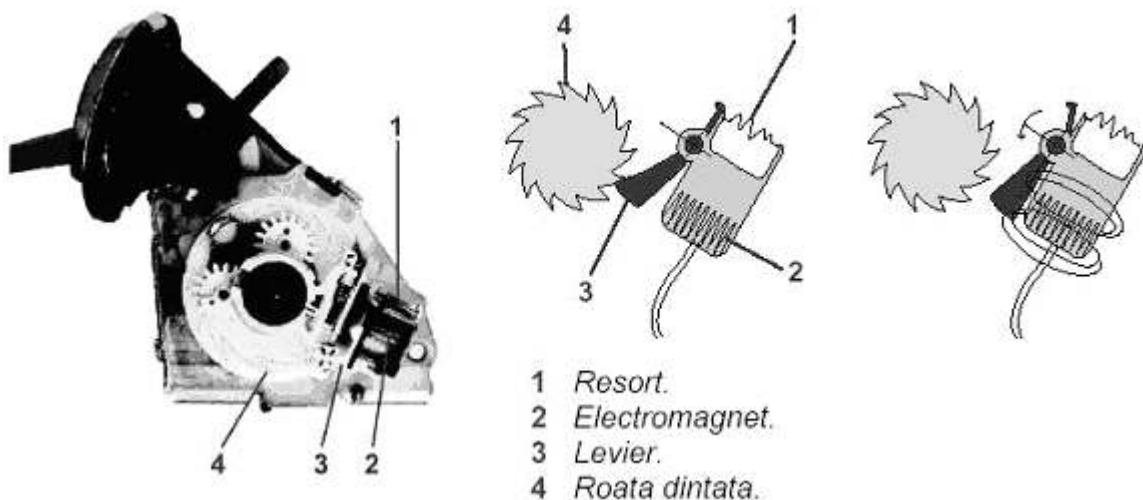


Fig.9.46.Infasuratorul

Mecanismul este format dintr-un levier al cărui resort permite a bloca roata dințată a înfășurătorului. Pentru a realiza deblocarea calculatorul alimentează un electromagnet.

### Captor prezență pasager

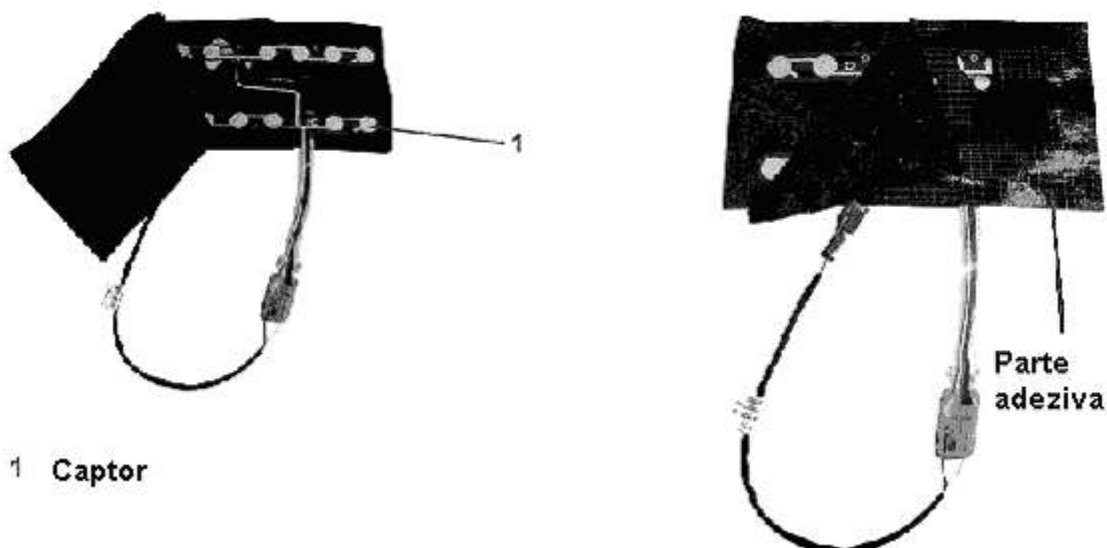


Fig.9.47.Captor prezenta pasager

Un captor plasat în șezutul scaunului și lipit pe buretele acestuia permite a determina dacă scaunul este ocupat sau nu cu scopul de a comanda aprinderea matorului specific din tabloul de

bord. Acest captor este completat cu un captor plasat la interiorul închizătorului pentru centura pasagerului.

### Marcajele centurii de siguranta

1. Caracteristicile centurii
2. Țara de omologare
3. Numărul de omologare al țării respective
4. Centură asociată obligatoriu unui airbag ( marcaj pe volan și planșa de bord )

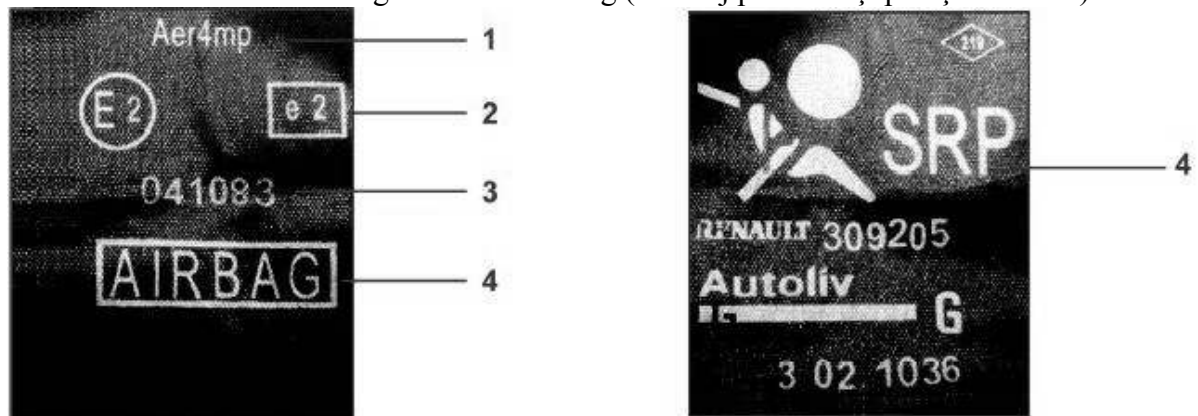


Fig.9.48.Marcaje centura

Caracteristicile centurii :

Z - Centură ce face parte dintr-un sistem de reținere (apare funcție de modul de omologare).

A - Tip de centură (A : centură fixată în 3 puncte, B : centură sub-abdominală, S : centură specială).

e - Cu limitator de efort ( LEI ).

r4 - Cu retractor de tip 4 ( funcție de discul de inerție ).

m - Retractor cu zăvorîre de urgență și sensibilitate multiplă (corespunzător sistemului cu bilă).

p - Centură asociată unui pretensionator.

La înlocuirea unei centuri față sau spate se impune a respecta tipul de centură preconizată de constructor.

### 9.5.Rolul pretensionatorului

Retractorul poate avea încorporat un dispozitiv propriu de pretensionare sau poate dispune de un dispozitiv de limitare a forței de tensionare în centură. Datorită jocului necesar unei utilizări confortabile a centurii care depinde de reglajul fieăruui ocupant, în cazul unui impact puternic corpul pasagerului, chiar asigurat suferă o deplasare în sensul de mers al vehiculului (figura 59.49).

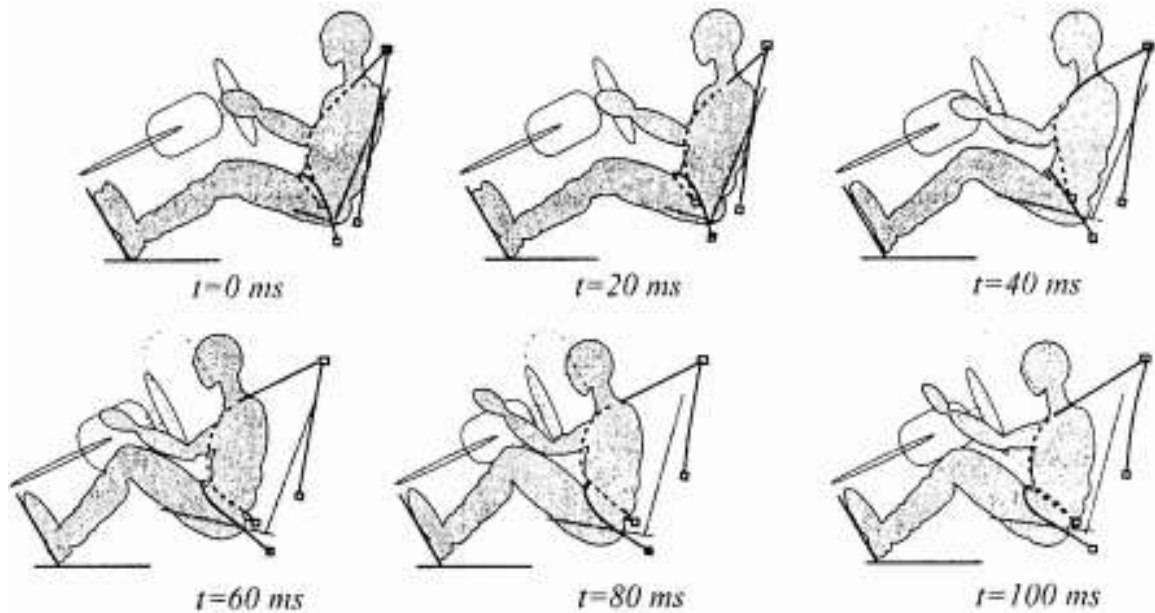


Fig.9.49. Deplasarea ocupantului asigurat cu centură în trei puncte fără dispozitiv de pretensionare în condiții de impact.

Parametrul de bază al dispozitivului de pretensionare îl constituie timpul de răspuns, de regula acțiunea completă de eliminare a jocului trebuind să se realizeze într-un interval de 10-15 ms de la momentul inițial de producere a decelerării vehiculului. El depinde de jocul existent inițial în centură. Astfel în primele milisecunde următoare momentului de impact, ocupanții vehiculului sunt protejați doar prin centură, perna de aer nefiind suficient de plină pentru a veni în contact cu aceștia. Forțele ce asigură persoana în scaun depind foarte mult de cursa liberă sau deplasarea permisă care, la rândul lor sunt funcție de pozițiile geometrice ale elementelor de ancorare, în special a catramei D, cu înălțime ce poate fi ajustată de-a lungul montantului central, sau de jocul existent imediat înainte de producerea impactului. Dacă jocul este prea mare există posibilitatea coliziunii între fața pasagerului aflat în mișcare și perna gonflabilă aflată în expansiune urmată de traumatisme. Pentru a evita aceste situații nedorite, dispozitivele moderne de asigurare prin centură includ un dispozitiv de pretensionare având sarcina de a menține segmentul mobil al centurii în contact strâns cu suprafața trunchiului astfel încat, în cazul unui impact, mișcarea corpului pasagerului sa fie oprită cât mai devreme posibil.

#### Pretensionatorul (9.50)





Dispozitivele de pretensionare pot fi incluse în retractor sau pot exista ca elemente distincte în lanțul de antrenare și fixare a benzii centurii (figura 9.50 ). Pentru a obține forța necesară pretensionării într-un timp de răspuns așa de scurt sunt folosite ca elemente de acționare mici încărcături explozive (capse pirotehnice) care transmit mișcarea unui piston de care este ancorat un cablu de oțel având la celalalt capăt dispozitivul de blocare pentru catarama A.

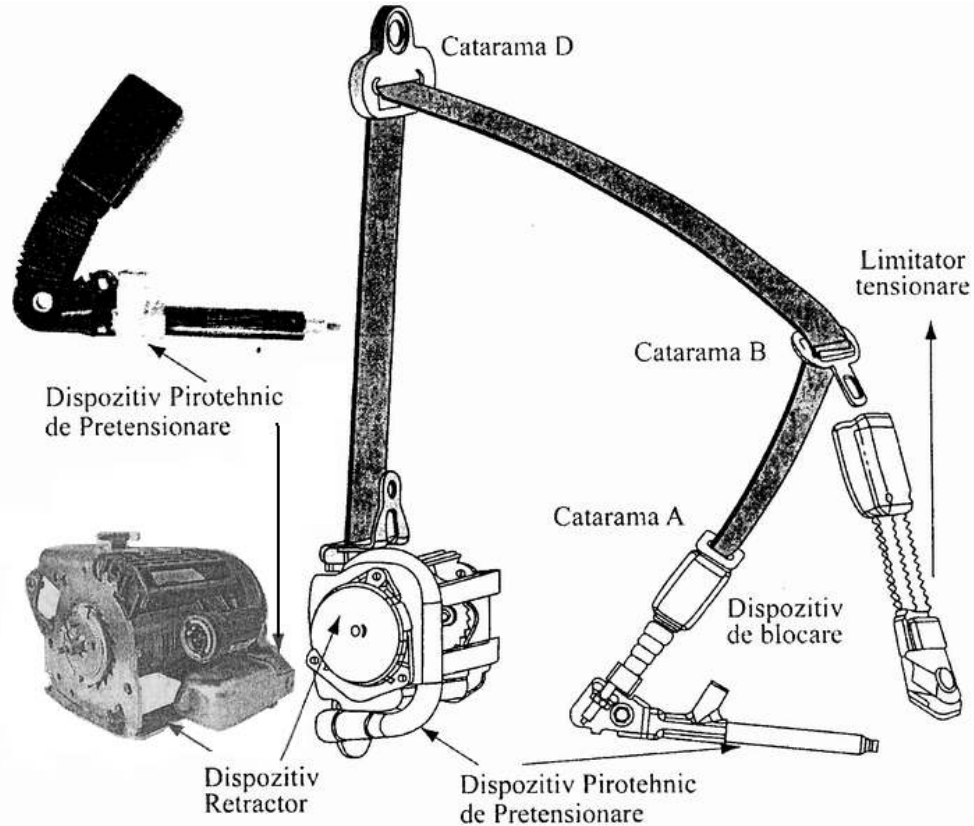


Fig.9.51.Structura unui echipament complet de asigurare cu centură de siguranță pretensionabilă.

Funcționarea lor este activă doar atunci când ambele dispozitive SRS, airbagul și centura pretensionabilă sunt declanșate acționând simultan. Airbagul și centura pretensionabilă sunt două dispozitive ce funcționează absolut independent unul de altul, chiar dacă sunt comandate de aceeași unitate electronică de control, însă efectul de protecție este maxim în cazul utilizării și acționării simultane.

În prezent sunt utilizate de unii fabricanți centuri de siguranță cu două nivele de pretensionare (mai mari la începutul activării și mai redus în momentul contactului cu pernă cu aer) și prag adaptabil unui anumit tip de autovehicul.

Pretensionatorul funcționează pe principiul declanșării unei capse pirotehnice de blocare a centurilor care este acționată de un semnal electric trimis de unitatea electronică de control. Explozia acestei capse provoacă blocarea centurii.

Este un element ce permite o mai bună reținere a ocupantului prin ajustarea centurii pe corpul acestuia. Se reduce astfel și jocul dintre centură și ocupant ce conduce la limitarea fenomenului de sub-marinaj. Șezutul scaunului este și el prevăzut cu o traversă pentru limitarea

sub-marinajului. Pretensionatorul este comandat de calculatorul airbag în funcție de nivelul decelerației, cam la 15 ms după producerea șocului.

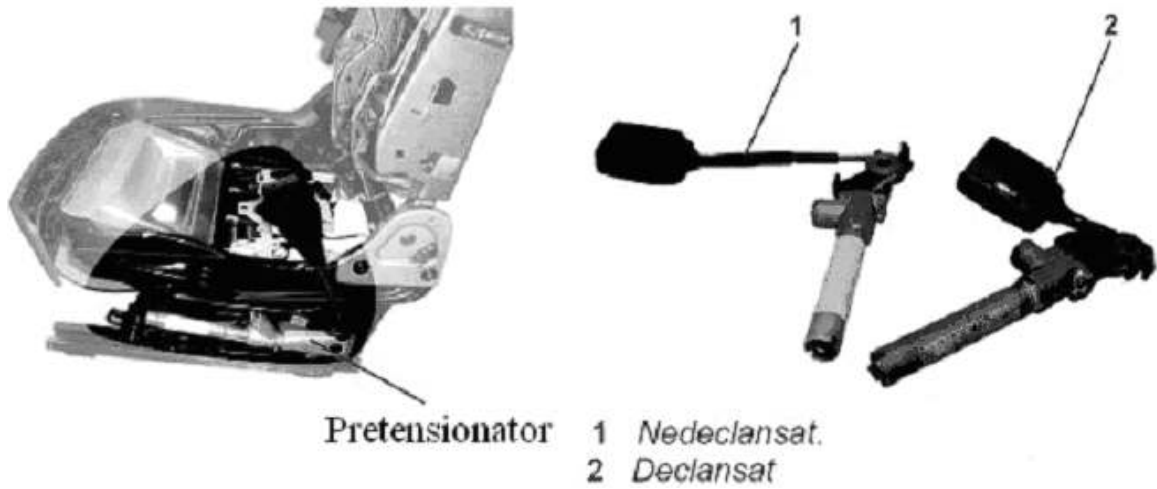


Fig.9.52.Pretensionator.

Închizătorul centurii este legat printr-un cablu la sistemul de pretensionare. Cablul (1) este legat la un piston (2) ce poate culisa într-un cilindru datorită forței de presiune a gazelor ce rezultă în urma unei combustii comandate electronic. La producerea șocului generatorul (3) este declanșat iar gazele de combustie ale propergolului acționează violent pistonul care va trage cablul rezultând tensionarea centurii. În funcție de versiunea pretensionatorului cursa maximă (la gol) a pistonului variază de la 70mm la 100mm. Bilele (4) împiedică returul pistonului când ocupantul acționează asupra centurii.

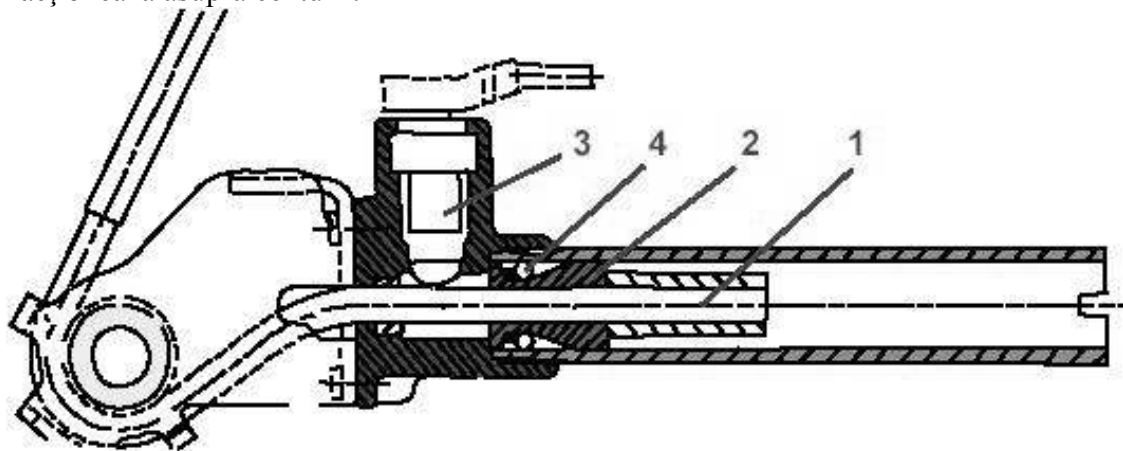


Fig.9.53. .Alcatuirea pretensionatorului: 1-cablu, 2-piston, 3-generator de gaz, 4-bila.

### Diverse pretensionatoare

#### Pretensionatorul ventral

Pretensionatorul ventral crește eficacitatea pretensionării centurii și diminuează efectul de sub-marinaj. El se află fixat pe partea stângă a scaunului conducător și pe partea dreaptă

a scaunului pasagerului. Momentul de declanșare al acestuia nu este același cu cel al pretensionatorului de buclă.

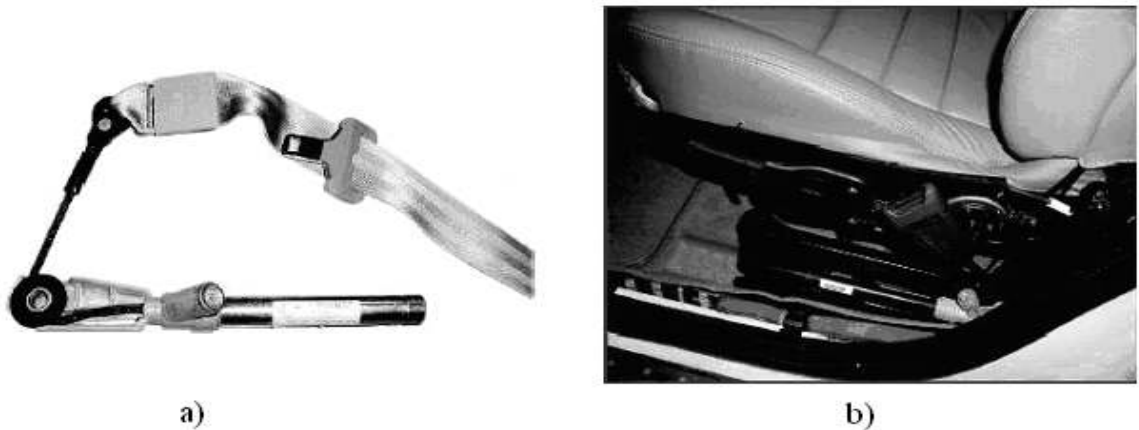


Fig.9.54.Pretensionator ventral; a) parte integrată a centurii, b) separat de centura.

### Pretensionatoarele pentru locurile spate

Pretensionatoarele spate sunt integrate la nivelul înfășurătoarelor și sunt denumite «înfășurătoare pirotehnice».

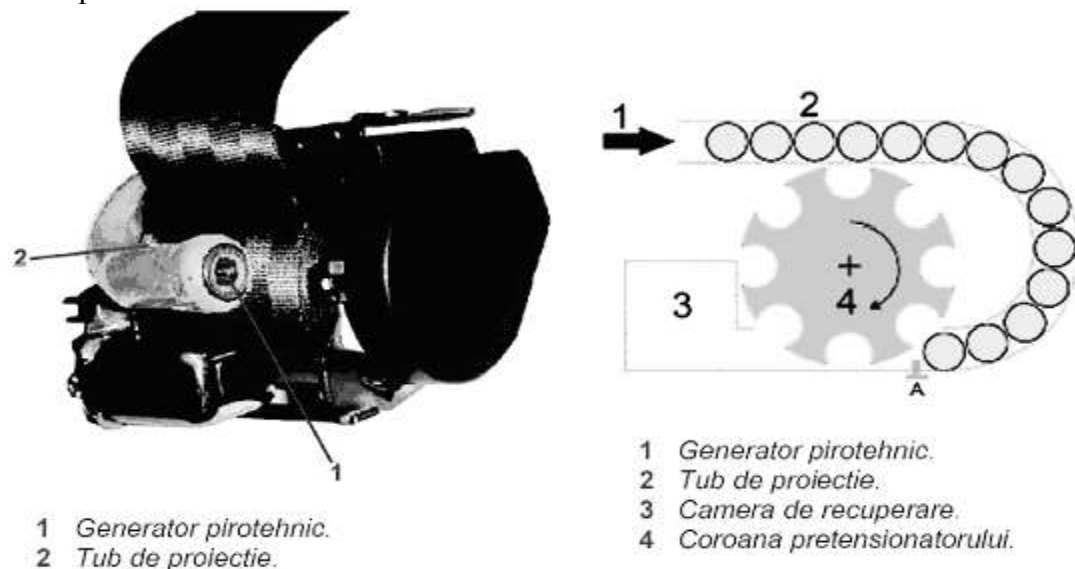


Fig.9.55

Aprinderea generatorului pirotehnic ( 1 ) expulzează bilele conținute în tubul de proiecție ( 2 ) care la rândul lor antrenează coroana pretensionatorului ( 4 ). Bilele vor fi în final recuperate de cameră ( 3 ). Inițial bilele sunt menținute pe tub de opritorul A.

### Limitatoarele de efort

Limitatoarele au rolul de a reduce tensiunea din centură asupra căreia apasă toracele și bazinul pe durata șocului.

## **10. Faruri adaptive**

### **10.1. Evolutia iluminarii**

Timp de câteva decenii , farurile au evoluat de la cele care funcționau cu acetilenă , până la cele cu leduri . În domeniul auto acest sistem numit faruri adaptive este un concept , utilizat doar la o gamă foarte restrânsă de autovehicule, în general la cele de lux, însă sistemul utilizat este foarte costisitor datorită felului în care este proiectat.

Cu toate că acest sistem nu este obligatoriu în producția de serie a autovehiculelor cum sunt anumite sisteme de siguranță la frânare sau stabilitate, el este un sistem ce ajută foarte mult șoferul autovehiculului, deoarece ele au un rol destul de important, luminând practic “după curbă” astfel crescând foarte mult vizibilitatea conducătorului auto pe timpul nopții pe o porțiune de drum cu viraje, uneori, datorita lor evitându-se coliziunea cu pietoni, animale, sau obstacole aflate din întâmplare pe partea carosabilă, acestea neputând fi vizualizate de către șofer pe o porțiune de drum cu viraje folosind un sistem de iluminare obișnuit, sau, acestea fiind observate mult prea târziu pentru a se putea evita coliziunea.

Timp de zeci de ani, sistemele de faruri ale mașinii au rămas practic neschimbate, șoferul putând alege faza scurtă sau lungă a farurilor și, dacă este necesar, poate aprinde farurile de ceață. Aceste sisteme, bineînțeles, au devenit în timp mai puternice prin înlocuirea becurilor de odinioară cu lămpile de halogen și, mai nou, cu farurile cu xenon, care sunt de trei ori mai puternice. Datorită lentilelor special tăiate, a proiectoarelor și a reflectoarelor calculate de computer, utilizarea cantității de lumină a crescut și ea de la 30 la 70 de procente, dar sistemul de faruri în sine a rămas neschimbat. Posibilitatea de a direcționa lumina disponibilă în direcția unde este absolută nevoie rămânând o dorință până în ultimii ani, când s-a manifestat un interes considerabil pentru îmbunătățirea calității luminii din faruri cu scopul de a crește siguranța conducerii pe timpul nopții.

Primul far electric a fost produs de Electric Vehicle Company, cu sediu în Hartford, Connecticut, în 1898 iar Cadillac a lansat în 1912 primul sistem modern de faruri electrice, un nou ansamblu ce putea fi folosit chiar și pe timp de ploaie sau zăpadă fără riscul de a se arde.

Guide Lamp Company a fost prima companie ce a lansat farurile cu fază scurtă în 1915 dar, pentru că majoritatea sistemelor forțau șoferul să coboare din mașină pentru a porni farurile manual, Cadillac și-a dezvoltat propria sa versiune controlată de o manetă din interior. Totuși, primul bec modern, ce includea și fază scurta și fază lungă, a fost lansat în 1924, fiind urmat, trei ani mai târziu, de o variantă îmbunătățită activată de un buton controlat din interior de piciorul șoferului.

Tipuri de iluminare

-iluminare cu acetilenă



Fig.10.1.Far cu acetilenă

-iluminarea cu becuri halogen

Primele faruri cu halogen au fost prezentate în 1962 în Europa și au devenit rapid obligatorii în multe state ale lumii, exceptând cu Statele Unite ale Americii, țara ce a utilizat becuri non-halogen până în 1978.



Fig.10.2.Bec cu halogen de tip H4

- iluminare cu xenon

Primul model care a folosit un asemenea sistem a fost un BMW Seria 7, în 1991. În comparație cu alte tipuri de faruri, cele cu xenon produc o mai mare cantitate de lumină, astfel îmbunătățind vizibilitatea pe timpul nopții. În plus, durata medie de viață ajunge până la 2000 de ore, comparativ cu 450 până la 1000 ore pentru becurile cu halogen.



Fig.10.3. Bec Xenon

-iluminare cu tehnologie led

Acestea sunt cea mai recentă descoperire în tehnologia corpurilor de iluminat. Marele avantaj al acestora este că LED-urile sunt rezistente la apă și nu necesită întreținere fiind de o fiabilitate și economie ridicată. Grație activării electronice LED-urile din luminile spate au o durată de funcționare mai mare de 10.000 de ore. În 2008, "Automotive Lighting" (AL) a prezentat prima serie de faruri cu LED-uri. Această descoperire inovatoare trasează noi granițe în domeniul iluminatului vehiculelor. Dintre caracteristicile care nu pot eșua în a impresiona putem aminti performanța, design-ul, eficiența energiei, durabilitatea LED-urilor și o culoare puternică asemănătoare cu lumina zilei și cu o temperatură a culorii de 5.400 Kelvin.



Fig.10.4. Far cu leduri



Fig.10.5.Far Audi A8 cu poziție , fază scurtă și fază lungă cu leduri

Faza scurtă este situată central în far și cuprinde lumina interioară și exterioară de bază, fiecare dintre ele având o complexă sursă de lumină într-un loc suplimentar pentru a găzdui două matrice suplimentare pentru dinamică în curbe.

Ca și funcția de fază scurtă, faza lungă este generată utilizând multiple LED-uri. În versiunea de top, farul este echipat cu sistemul activ de infraroșu, care oferă conducătorului auto o lumină infraroșie suplimentară, ce este invizibilă pentru traficul din sens opus. De asemenea, becul incandescent convențional a fost înlocuit de o sursă de lumină semi-conductoare. (IRED) Treisprezece LED-uri sunt utilizate la lampa de semnalizare pentru a oferi un semnal luminos cât mai clar și vizibil. Acest concept inteligent pentru faruri cuprinde o serie de inovații interesante care au fost deja patentate. Ea reprezintă tehnologia de iluminat la cele mai înalte standarde, pentru viitor propunându-și să le depășească în toate privințele.

### **10.2.Faruri adaptive**

Farurile pivotante datează din vremea lui Tucker Sedan (1948) care era echipat cu un al treilea far conectat la direcția mașinii.



Fig.10.6.Tucker Sedan

Citroen DS din 1967 a introdus pivotarea farurilor în Europa, deși reglementările Statelor Unite ale Americii erau ca aceste sisteme să fie scoase din aceste mașini când erau vândute în SUA.

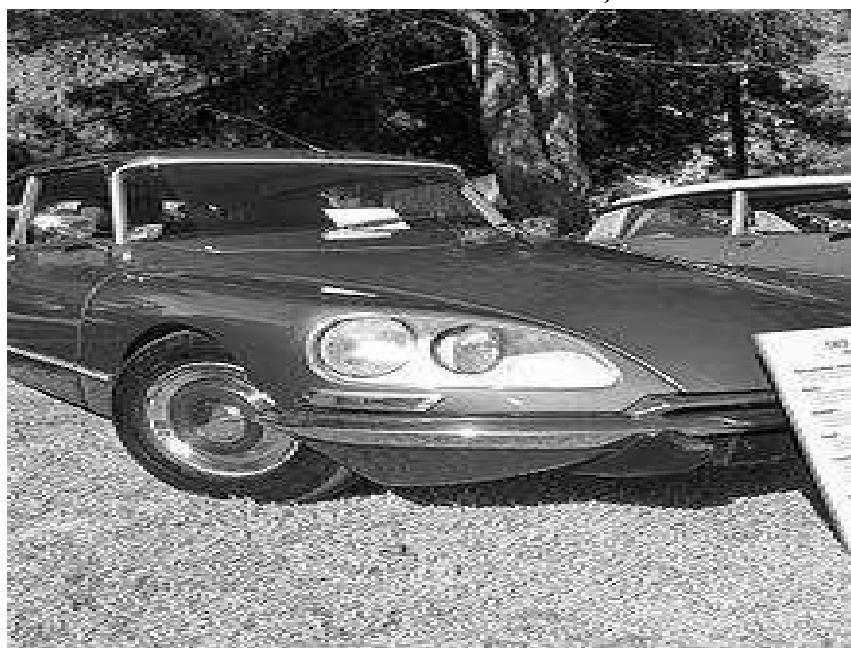


Fig.10.7.Citroen DS

Tehnologia modernă a farurilor adaptive direcționale a fost introdusă pentru prima dată pe piața din America de Nord pentru modelul din 2003 al Porsche Cayenne (lentilă fixă) și Mercedes clasa E (motorizat) extinzându-se încă la câteva mărci de lux și probabil vor apărea și la alte mărci în anii ce urmează.





Fig.10.8.Far adaptiv cu lupă fixă la Porsche Cayenne



Fig.10.9.Far adaptiv cu lupă motorizată la Mercedes

Acest tip de lumini de viraje nu trebuie confundate cu luminile care se activează la schimbarea direcției cu ajutorul semnalizării, care au fost folosite timp de mulți ani. Deși luminile adaptive se pot activa (și unele chiar o fac) cu ajutorul semnalizării, la viteze reduse.

Mișcarea de pivotare a farurilor adaptive este permisă în anumite limite pentru a proteja traficul din sens opus, adică pentru a se asigura că acesta nu este orbit de faruri. Vehiculul se deplasează pe o traiectorie circulară când conducătorul auto mișcă volanul. Traiectoria circulară este definită de mișcarea roților și unghiul de poziție al roților din față. Pentru a nu deranja traficul din sens opus, punctul limită de lumină/întuneric al farurilor nu trebuie să fie lăsat de traiectoria circulară la o distanță de 100 de ori înălțimea de instalare a farurilor. Această concluzie pentru limita lumină/întuneric se aplică traficului cu vehicule cu volan pe dreapta. Concluzia referitoare la limita lumină/întuneric se aplică simetric traficului cu vehicule cu volan pe stânga.

Farurile xenon cu faruri adaptive dinamice și statice asigură o vizibilitate îmbunătățită cu până la 90 de procente a virajelor sau a zonelor de schimbare a direcției de rulare. În cazul farurilor adaptive dinamice, conul de lumină urmează unghiul de rotire a volanului, începând cu o viteză de rulare de peste 10 km/h. Servomotoarele din blocurile optice mișcă farurile în funcție de unghiul volanului și de viteza autovehiculului pentru a oferi o luminozitate ideală a virajului. Pentru a evita orbirea conducătorului auto care se apropie din sens invers, unghiul de rabatare a farurilor adaptive dinamice este limitat la 15 grade.

### **Tipuri de faruri adaptive**

În acest moment există două tipuri de bază de sisteme de faruri direcționale:

- a). O lentilă fixă se află fie în carcasa farului, fie integrată în colțul din față al vehiculului. Lumina se va aprinde sau stinge după cum este nevoie în funcție de direcția și viteza mașinii.
- b) Carcasa becului este motorizată și va pivota fizic cu mișcarea volanului, decidând cât de mult și cât de repede să pornească, în funcție de stilul de conducere.

Unele mașini combină ambele tipuri, cu lentilă fixă suplimentând farurile motorizate la viteze reduse (de oraș).

### **Modele de faruri adaptive**

Pe piața automobilelor, există mai multe modele de faruri adaptive, fiecare marcă având o denumire și un mod de funcționare diferit al acestor sisteme. Câteva dintre acestea sunt următoarele :

#### **Advanced Front-Lighting System**

-Cel mai bun exemplu este așa-numitul Advanced Front-Lighting System (AFS), în prezent utilizat de modelele Toyota, Skoda și altele . AFS este, în mare, un sistem foarte performant care analizează o serie de factori, cum ar fi unghiul de bracare, și folosește un anumit număr de senzori, aceștia analizând direcția mașinii și, în funcție de datele colectate, ajustează farurile pentru a le îndrepta în direcția drumului.



Fig.10.10Advanced Front-Lighting

### Sistem Skoda

-Sistemul de faruri adaptive (AFL) a fost utilizată pentru prima dată la modelul Opel Insignia, prin intermediul acestui sistem fasciculul farurilor fiind reglat automat în funcție de secțiunea de drum și viteza de deplasare a autovehiculului Prin intermediul noului sistem AFL, Opel realizează un progres în ceea ce privește tehnologia de iluminare inteligentă. Noua generație de faruri adaptive reglează automat fasciculul farurilor în funcție de secțiunea de drum și condițiile de vizibilitate. Pentru prima dată, sistemul prezintă nouă funcții de iluminare și valorifică din plin Regulamentul European ECE 123 adoptat în 2006. Toate modelele Opel Insignia dotate cu sistemul de faruri AFL prezintă noi funcții în varianta standard, precum becuri funcționale pe timp de zi, care necesită un consum redus de energie electrică (reducând astfel consumul de carburant) în raport cu funcționarea diurnă a fazei scurte a farurilor.



Fig.10.11.Far adaptiv Opel Insignia

Noul sistem de iluminare, creat în colaborare cu Hella, are la bază tehnologia cu faruri bi-xenon. Faza scurtă a farurilor convenționale cu iluminare prin descărcare în gaz este obținută prin intermediul unui paravan care previne răspândirea exagerată a luminii furnizate de becuri. Sistemul sofisticat de iluminare adaptivă prezintă un cilindru de diferite forme, cu mai multe contururi riguros calculate pe suprafața sa, pentru mai multe tipuri de iluminare. Farurile bi-xenon asigură faza scurtă și faza lungă printr-un singur bec cu xenon, corespunzător unui far. Spectrul și intensitatea luminii nu se modifică în timpul fazei lungi sau al fazei scurte; astfel, ochii vor fi mai puțin solicitați.

Numărul mare de senzori instalați în autovehicul care au rolul de a măsura viteza, virajul unghiular al autovehiculului în jurul axei verticale, unghiul de braț sau de a detecta condițiile de ploaie – alături de videocameră, senzorului de comutare între faza lungă și faza scurtă a farurilor – colectează informații cu privire la secțiunea de drum și condițiile de vizibilitate și le transmit sistemului electronic de comandă. Software-ul sistemului stabilește apoi funcția de iluminare optimă în condițiile de deplasare respective. Software-ul trimite comanda unui motor de comandă,

care rotește cilindrul într-o fracțiune de secundă, pentru asigurarea conturului necesar în situația respectivă. Rotația cilindrului modifică mișcarea razei de lumină și, prin urmare, fasciculul farurilor. Bazat pe un ax central, acest modul poate încorpora funcții suplimentare, precum iluminarea în curbe sau în viraje. La autovehiculele Opel, aceste funcții sunt extrem de eficiente, deoarece structura caroseriei nu blochează fasciculul de lumină în viraje, datorită design-ului tridimensional al farurilor.

### **Prezentarea generală a celor nouă funcții de iluminare:**

La viteze sub 50 km/h, lumina de oraș asigură un fascicul mai larg, distribuit simetric, cu o rază de acțiune mai redusă; acest lucru permite conducătorilor autovehiculului observarea mai rapidă a pietonilor aflați pe marginea drumului. Intensitatea luminii de oraș este mai mică decât în cazul fazei scurte obișnuite, deoarece sunt disponibile și alte surse de lumină, precum iluminarea stradală.

Lumina pentru pietoni este activată automat la viteze situate între 5-30 km/h. Această funcție este destinată zonelor care necesită o atenție deosebită din partea șoferului, precum zonele rezidențiale cu restricții de trafic corespunzătoare. Funcția reglează conul de lumină al ambelor faruri cu 8 grade înspre marginile drumului. Astfel, pietonii și copiii care se joacă pe marginea drumului – care de cele mai multe ori nu apreciază corect viteza unui autovehicul în mișcare – pot fi observați din timp, în special în cazul în care există autovehicule parcate pe marginea carosabilului.

Lumina pentru drum extraurban furnizează un fascicul mai luminos și cu o rază de acțiune mai mare asupra marginilor drumului față de faza scurtă convențională. Acest lucru permite șoferului observarea mai rapidă a animalelor de pe ambele margini ale drumului. Funcția este activată la viteze situate între 50 și 100 km/h și asigură iluminarea la 70 de metri în fața autovehiculului.

Lumina de autostradă asigură o intensitate crescută a luminii, iar fasciculul farurilor este ușor ridicat, deoarece nu există riscul orbirii participanților la trafic care se deplasează din sens opus, iar carosabilul neted minimizează mișcările autovehiculului. Lumina de autostradă creează un con de lumină care asigură iluminarea carosabilului din fața autovehiculului și din partea stângă a acestuia pe o suprafață de 140 de metri. De asemenea, creșterea puterii de la 35 la 38 W determină o îmbunătățire semnificativă a vizibilității. Această funcție este activată automat la viteze de peste 100 km/h, dar numai după ce senzorul unghiului de bracăj indică faptul că raza de curbură a drumului este diferită de cea a unui drum extraurban.

Lumina pentru condiții meteo nefavorabile este activată în condiții de ploaie sau ninsoare atunci când senzorul detectează stropii de ploaie sau când ștergătoarele de parbriz sunt activate și dezactivate rapid. Lumina este astfel distribuită în mod asimetric: puterea lămpii farului din dreapta crește de la 35 la 38 W pentru observarea mai rapidă a marcajelor, iar cea a lămpii farului din stânga scade de la 35 la 32 W, pentru minimizarea pericolului de orbire a participanților la trafic care se deplasează din sens opus, situație comună în cazul deplasării pe suprafețe umede, care reflectă lumina. Conul de lumină al farului din partea dreaptă este mai larg, iar cel al farului din partea stângă este micșorat.

Faza lungă (care face deja parte din actuala generație de sisteme AFL) asigură o putere și o rază de acțiune maxime ale farurilor. Faza lungă asigură o iluminare optimă pe toată lățimea carosabilului și nu una asimetrică. De asemenea, puterea lămpii farurilor crește de la 35 la 38 W. Funcția de comutare între faza lungă și faza scurtă a farurilor, o inovație pentru această clasă de autovehicule, sporește în mod considerabil siguranța în timpul deplasării în condiții de întuneric. Această funcție activează automat faza lungă pentru iluminare optimă a carosabilului, asigurând astfel o vizibilitate îmbunătățită. Camera acestui sistem detectează farurile sau lămpile din spate ale altor autovehicule și comută automat în faza scurtă a farurilor, dacă este cazul, pentru a preveni orbirea celorlalți participanți la trafic.

Iluminarea dinamică în curbe (care face deja parte din actuala generație de sisteme AFL) asigură o iluminare optimă în curbe. Farurile bi-xenon cu lentile rotative utilizate pentru această funcție iluminează curba din față la un unghi de maxim 15° spre dreapta și stânga autovehiculului. Unghiul de iluminare este stabilit de viteza de deplasare a autovehiculului și de unghiul de braț. O altă componentă a acestui sistem este butonul Sport, a cărui acționare determină o reacție mai dinamică din partea sistemului AFL. Iluminarea în viraje poate fi comandată mai ușor, iar funcția de reducere a luminii în curbe a fost modificată pentru o reacție mai rapidă.

Iluminarea statică în timpul virajelor (care face deja parte din actuala generație de sisteme AFL) este destinată porțiunii de drum din dreapta sau stânga autovehiculului, până la un unghi de 90 de grade, facilitând manevrarea acestuia în zone slab iluminate, precum drumurile de acces întunecate. Funcția este activată la viteze sub 40 km/h sau la cuplarea treptei de marșarier. O nouă funcție presupune comutarea temporizată în faza scurtă obișnuită pentru a facilita efectuarea manevrelor la pornirea de pe loc a autovehiculului.

Generația actuală de sisteme AFL: unul din trei posesori de Opel Signum optează pentru sistemul AFL.

Opel a fost și continuă să fie lider în sisteme de iluminare pentru autovehicule: Opel a fost primul producător de autovehicule care a introdus iluminarea dinamică în curbe și direcționarea luminii la un unghi de 90 de grade în viraje în cadrul sistemului de faruri adaptive (AFL) pentru gama de autovehicule de clasă medie. Din 2005, noua tehnologie a fost utilizată și pentru modelul Zafira. Opel a extins această tehnologie de siguranță în 2006, modelul Corsa fiind echipat pentru prima dată cu sistem de iluminare AFL cu două faruri cu halogen (iluminare în viraje). Modelul Opel Meriva din 2006 a devenit primul mini-van din clasa sa dotat cu sistem de iluminare în curbe și viraje cu faruri bi-halogen.

Potențialul uriaș al farurilor de înaltă tehnologie este evident dacă luăm în considerare numărul de comenzi înregistrate pentru generația actuală de sisteme AFL. În 2007, cca. 36 % dintre posesorii de Opel Signum și 9 % din posesorii de Opel Vectra din Germania au optat pentru sistemul de faruri „inteligent”. 4 % dintre posesorii Opel Zafira au optat pentru sistemul AFL, în timp ce 2 % dintre posesorii Opel Astra, 3,5 % dintre posesorii Opel Corsa și 2,5 % dintre posesorii Opel Meriva au ales această opțiune.

Sistemul de iluminare adaptivă a fost conceput pentru îmbunătățirea vizibilității la condus pe timp de noapte și, implicit, pentru reducerea riscului de accident. O rază de iluminare mai mare implică

un timp de reacție a șoferului mai scurt și, de asemenea, manevre de condus corecte. În acest sens, a fost realizat sistemul de iluminare adaptivă care direcționează raza luminoasă a farurilor în funcție de mișcările volanului, ceea ce îmbunătățește vizibilitatea cu 90% pe drumuri virajate și îi permite șoferului să anticipeze ieșirea din curbă.

Spre exemplu, la intrarea într-o curbă cu o rază de 190 de metri, farurile convenționale vor lumina o distanță de aproximativ 30 de metri, în timp ce farurile adaptive vor acoperi un surplus de 25 de metri. Sistemul Adaptive Light controlează atât blocurile optice frontale, cât și proiectoarele de ceață, acestea fiind direcționate și în funcție de viteza mașinii. Oferită și în combinație cu farurile Xenon și bi-Xenon, tehnologia adaptivă reduce considerabil riscul de producere a accidentelor pe timp de noapte, adaptarea vitezei la configurația carosabilului putându-se face din timp. În anumite cazuri, ce depind de la mașină la mașină, când este acționat marșarierul sistemul de iluminare adaptivă este activat.

Fasciculul farurilor este reglat automat în funcție de secțiunea de drum și viteza de deplasare a autovehiculului.

Sistemul de iluminare adaptivă reglează automat fasciculul farurilor în funcție de secțiunea de drum și condițiile de vizibilitate. Sistemul prezintă nouă funcții diferite de iluminare și va fi utilizat pentru prima dată la modelul Opel Insignia. Noul model Opel din gama autovehiculelor de clasă medie, care va fi lansat pe plan mondial în iulie 2008 la Salonul Auto de la Londra prezintă faruri cu becuri funcționale pe timp de zi, care necesită un consum redus de energie electrică (reducând astfel consumul de carburant) în raport cu funcționarea diurnă a fazei scurte a farurilor. Prin intermediul noului sistem de iluminare, modelul Insignia este recunoscut de toți participanții la trafic atât la deplasarea pe timp de zi, cât și la deplasarea pe timp de noapte. Scopul specialiștilor în sisteme de iluminare Opel a fost întotdeauna acela de a asigura un nivel optim de vizibilitate pentru șoferi, indiferent de condițiile de trafic, prevenind în același timp orbirea participanților la trafic care se deplasează din sens opus.

Necesitatea unui nivel optim de vizibilitate este demonstrată de statisticile existente cu privire la accidentele înregistrate: deși traficul este cu aproximativ 33 % mai redus pe timp de noapte, pericolul de accidente fatale înregistrate în timpul serii sau în condiții de întuneric este de două ori mai ridicat decât în timpul zilei.

Pe lângă sporirea siguranței, sistemul AFL asigură o conducere mai agreabilă: datorită nivelului de vizibilitate îmbunătățit, șoferul poate lua mai ușor decizii pertinente cu privire la stilul de conducere și viteza în curbe. Noua generație a sistemului de iluminare AFL, creat în colaborare cu Hella, are la bază tehnologia redutabilă cu faruri bi-xenon. Faza scurtă a farurilor convenționale cu iluminare prin descărcare în gaz este obținută prin intermediul unui paravan care previne răspândirea exagerată a luminii furnizate de becuri. Sistemul sofisticat de iluminare AFL prezintă un cilindru de diferite forme, cu mai multe contururi riguros calculate pe suprafața sa, pentru mai multe tipuri de iluminare.

Numărul mare de senzori instalați în autovehicul care au rolul de a măsura viteza, virajul unghiular al autovehiculului în jurul axei verticale, unghiul de braț sau de a detecta condițiile de ploaie – alături de videocamera senzorului de comutare între faza lungă și faza scurtă a

farurilor – colectează informații cu privire la secțiunea de drum și condițiile de vizibilitate, pe care le transmit sistemului electronic de comandă. Software-ul sistemului stabilește funcția de iluminare optimă în condițiile de deplasare respective. Software-ul trimite comanda unui motor de comandă, care rotește cilindrul într-o fracțiune de secundă, pentru asigurarea conturului necesar în situația respectivă.

Rotația cilindrului modifică mișcarea razei de lumină și, prin urmare, fasciculul farurilor.

Bazat pe un ax central, acest modul poate încorpora funcții suplimentare, precum iluminarea în curbe sau în viraje.

La autovehiculele Opel, aceste funcții sunt extrem de eficiente, deoarece structura caroseriei nu blochează fasciculul de lumină în viraje, datorită design-ului tridimensional al farurilor.

### **Farurile adaptive (AHL)**

Acest sistem este instalat numai în legătură cu faruri bi-xenon. Farurile adaptive îndeplinesc funcțiile de iluminat de exterior. De asemenea, permite luminii bi-xenon faza scurtă și faza lungă să se miște în timp ce mașina virează. Caracteristica AHL necesită următoarele: senzor de ploaie/lumină de conducere/senzor solar și faruri bi-xenon.

Unghiul de virare al luminii bi-xenon faza lungă și faza scurtă se adaptează continuu în timpul virajelor. Zona iluminată în timpul virajelor îmbunătățește vizibilitatea șoferului. Avantajele iluminatului adaptativ în curbe sunt: viraje sigure cu recunoaștere mai rapidă a obstacolelor, o percepție îmbunătățită a împrejurimilor și evitarea accidentelor.

Modulul electronic de faruri adaptive facilitează un răspuns mai rapid la situația actuală de drum. Sistemul este controlat de modulul electronic și, prin urmare, este mai puțin sensibil decât sistemele pur mecanice. În plus, un program de urgență poate fi activat prin intermediul modulului electronic.



Fig.10.12.Far adaptiv Passat

## Connected Drive

O altă tehnologie a farurilor adaptive ,Connected Drive ,aduce un plus de confort, dar mai ales de siguranță. Upgrade-ul pe care l-a operat BMW Seriei 3 coupe/cabrio este o oportunitate ideală de a impulsiona vânzările. De asemenea berlina și break-ul beneficiază de ultimele inovații tehnice agitănd și mai mult competiția.

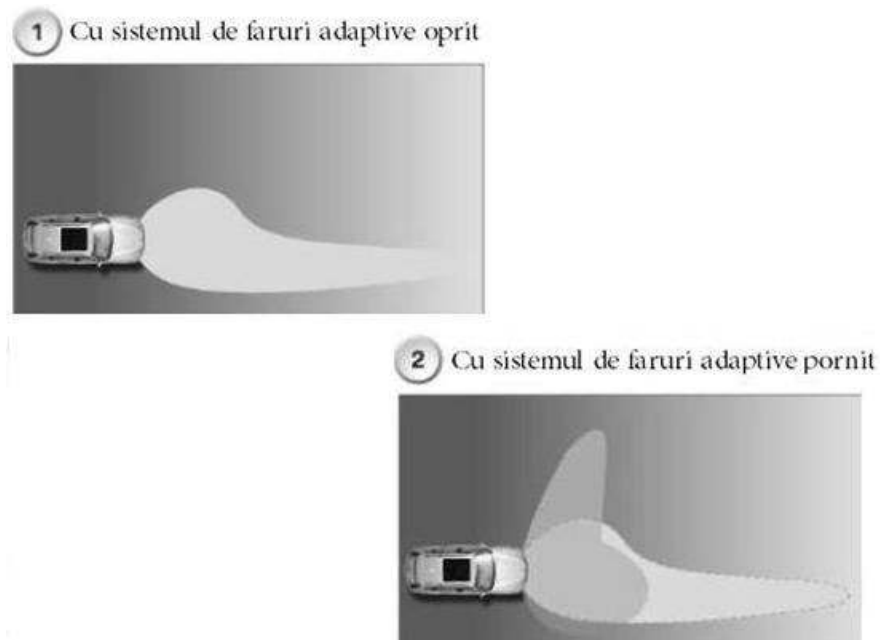


Fig.10.13.Sistem de faruri adaptive pornit și oprit BMW

Parte integrată a sistemului Connected Drive și operând în concordanță cu tehnologia bi-xenon și stopurile cu LED-uri, luminile adaptive sunt un liant între mașină, șofer și drum. Connected Drive face legătura dintre sistemul nervos al șoferului cu cel al mașinii și cu lumea exterioară astfel încât această rețea să furnizeze asistență și informații din interiorul și din exteriorul automobilului cu scopul ca șoferul și partenerii de trafic să dispună de siguranță în orice situație. În timp ce farurile cu lumini adaptive sunt capabile să "îndrepte colțurile" adică să privească după colț, sunt aparent simple constructiv, ele implică mai mult decât mișcarea luminilor. Termenul de "faruri adaptive" denumește controlul și ajustarea luminării în situații specifice ale drumului precum și o distribuție variabilă a fluxului luminos. În acest proces sistemul direcționează modulul bi-xenon pe drum în funcție de poziția volanului. Acest fapt permite șoferului să vadă drumul mai bine și mai sigur înainte de intrarea în curbă și în timpul virării. Farurile adaptive mișcă fasciculul de lumină stânga respectiv dreapta cu 15 grade față de direcția longitudinală a acestuia îmbunătățind iluminarea în perspectivă suprafața luminată crescând cu încă 15 grade față de cea obișnuită. Veți spune că nu este mult, dar gândiți-vă că percepția mărită oferă o siguranță lesne de înțeles plus o anticipare optimă a trasei în viraj. Sistemul inteligent de iluminare este inițiat în timp real și se bazează pe fluxul de date ce conține: unghiul de rotire al volanului, ruliul și viteza autovehiculului. Algoritmii dezvoltate de BMW ce controlează luminile sunt gândite conform situațiilor specifice de mers supunându-se manevrelor executate de



șofer asupra volanului. Gândiți-vă ce s-ar întâmpla dacă șoferul ar vira strâns spre dreapta și algoritmul greșit ales ar dirija fluxul luminos spre stanga sau ar rămâne imobil.

Măsurătorile au demonstrat că farurile adaptive au îmbunătățit recunoașterea obiectelor cu 34% față de iluminarea convențională.

Este important de remarcat că și ceilalți participanți la trafic beneficiază de noua tehnologie. Farurile clasice ale căror fascicule luminoase sunt proiectate fix deranjează șoferul mașinii ce rulează din sens opus când are loc o întâlnire în viraj. Noua tehnologie ghidează lumina evitând astfel de situații.

### Sistem adaptativ inteligent de iluminare

Sistemul adaptativ inteligent de iluminare (I-AFS) poate roti în mod automat farurile bi-xenon cu descărcare de înaltă intensitate (HID) în timpul virajelor, pentru a îmbunătăți sensibil vizibilitatea pe timp de noapte. Sofisticata tehnologie I-AFS poate regla farurile (lumina de întâlnire și cea de drum) cu până la 15 grade la intrarea într-o curbă la stânga, și cu până la 5 grade la intrarea într-o curbă la dreapta. Sistemul I-AFS în combinație cu farurile bi-xenon asigură o iluminare cu definiție superioară, mai strălucitoare a căii de rulare, oferind o mai bună vizibilitate pe timpul nopții în viraje, fără a orbi șoferii din sensul opus de deplasare.

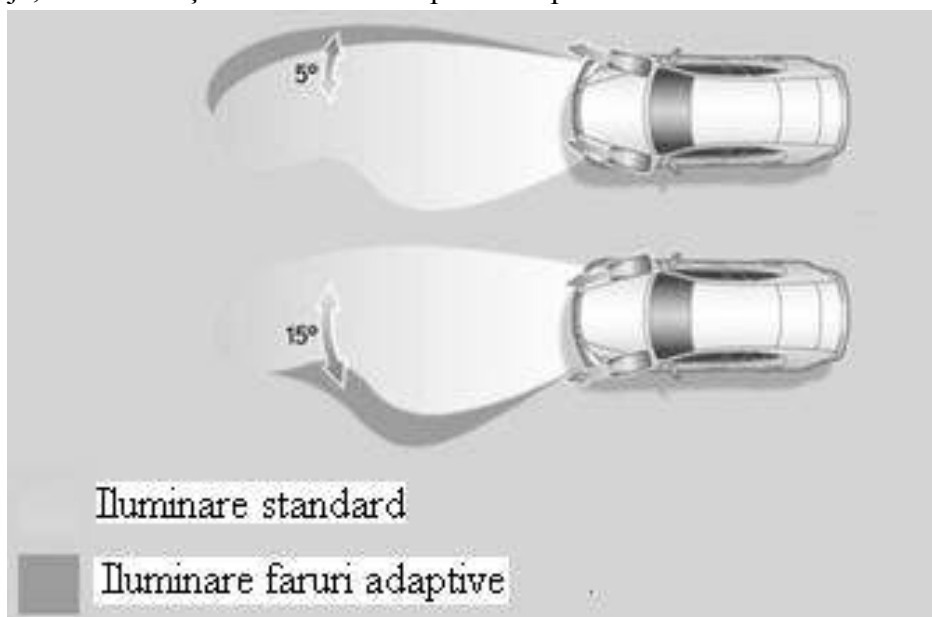


Fig.10.14. Iluminare cu faruri normale și cu faruri adaptive

### Lumini Adaptive (LA)

Un nou concept de faruri numit Lumini Adaptive (LA) este dezvoltat cu scopul de a îmbunătăți siguranța traficului pe timp de noapte. LA îmbunătățește farurile de iluminare prin continua adaptare a acestora la situația traficului curent și a mediului. Pentru a asigura realizarea rapidă a prototipului și testarea lui, trecerea de la simularea offline la cea online (timp real) a distribuției luminii la simulatorul de condus s-a realizat cu succes. Această simulare în timp real a permis dezvoltarea interactivă a unor noi distribuții de lumini în diferite situații de condus și

medii de condus. Soluțiile sunt transferate direct vehiculelor reale pentru a permite testări viitoare în condiții naturale de drum.

Farurile mobile apărute recent sunt controlate prin mijloace de predicție a drumului de urmat, bazate pe dinamica vehiculului și ruta vectorilor de la sistemul de navigație. Cu modelul de predicție a drumului se pot controla corespunzător farurile mobile.

Predicția drumului dinamic constă într-o estimare a perturbațiilor laterale sau accelerațiilor care acționează pe caroseria vehiculului și o predicție a căii viitoare a vehiculului pe baza statelor dinamice curente ale vehiculului, în combinație cu un model simplu al vehiculului. O filtrare a fost adăugată, astfel încât variațiile în predicția drumului viitor, ca urmare a schimbărilor direcției volanului, pot fi controlate.

Estimarea tulburărilor se bazează pe modelul simplu de vehicul menționat mai sus, și este necesară pentru a evita o curbă nedorită a predicției drumului datorită contracarării volanului în situații precum vânt lateral sau denivelări ale suprafeței de rulare.

Experimentele în simulatorul de conducere au arătat că dinamica vehiculelor bazate pe predicția drumului ce controlează farurile este limitată la o anumită geometrie a drumului. Este insuficient atunci când întâlnește curbe, trecere și alte tipuri de construcții speciale de drum, deoarece dinamica condusului nu presupune și cunoștințe despre geometria drumului. Sunt necesare elemente noi pentru a acoperi aceste deficiente.

Pentru a completa parametri dinamici ai vehiculului, vectorii de traseu ai sistemului de navigație sunt utilizați pentru a controla farurile mobile. Un compas electronic, două roți senzoriale și un GPS de date reprezintă elementele de intrare ale sistemului de navigație.



Fig.10.15. Automobil cu faruri adaptive controlate de GPS

Sistemul de navigație ține evidența permanentă a locației precise a mașinii, iar cu harta digitală implementată în sistem, șoferul știind toate caracteristicile drumului pe care îl are de

parcurs. Sistemul oferă o precizie a poziției automobilului cuprinsă între 10 și 30 de metri pentru drumurile rurale și urbane.

Pentru a fi capabil să utilizezi un sistem de navigație, în simulatorul de condus datele de ieșire sunt simulate într-o manieră reflectată de caracteristicile cunoscute de la sistemul real de navigație. Chiar și o simulare a datelor distorsionate sau slabe calitativ este posibilă, fiind incluse printre soluțiile globale. Este utilizat un protocol special pentru a furniza următoarele informații:

- Poziția actuală a mașinii
- Datele vectorilor de traseu ai traseului programat cu :
- fiabilitatea vectorilor de traseu
- tipul actual de drum
- statutul de on-map sau off-map

Aceste date sunt necesare pentru a dezvolta strategii de control a distribuției de lumini în situațiile de iluminat adaptiv, depinzând de situațiile enumerate mai sus.

În ultimul pas, predicția drumului și datele de navigație sunt combinate pentru a asigura un control consistent al farurilor mobile.

Rezultatele se obțin folosind algoritmi grafici speciali, o simulare în timp real a distribuției de lumină cu 30-60 de cadre pe secundă a fost realizată. Utilizând această simulare, s-a dezvoltat o distribuție de lumini pentru farurile mobile adaptive al sistemului de lumini adaptive. Soluția de lumini adaptive cu algoritmi de control și strategii de iluminat s-a realizat pentru prima dată într-un simulator de condus. A fost transferat cu un minim efort către vehiculele reale. Sistemul pare să servească ca un dispozitiv activ de ghidare a șoferului, prin luminarea direcției de mers.

## **11. Bibliografie;**

1. Marinescu M. 2002 – Soluții moderne în construcția de automobile. Editura Academiei Tehnice Militare, București
2. Cristea D. 1992 – Sisteme speciale ale automobilelor și motoarelor. Editura Universității din Pitești.
3. Untaru M. 1974 – Construcția și calculul automobilelor. Editura Tehnică, București.
4. Frățilă, Gh., 1977 - Calculul și construcția automobilelor. Edit. Didactică și Pedagogică, București.
5. Militaru Rodica, 2002 - Arcuri elicoidale cu geometrie variabilă. Edit. Politehnica, Timișoara.
6. ] Rădulescu, Gh. ș.a., 1986-îndrumar de proiectare în construcția de mașini (vol. III). Edit. Tehnica, București.
7. Roșca R., Vâlcu V., 2000 - Acționări hidraulice și pneumatice. Edit. „Ion Ionescu de la Brad”, Iași.”
8. Untaru M. ș.a., 1974 - Construcția și calculul automobilelor. Edit. Tehnica, București.
9. M. Stratulat ș.a. – DIAGNOSTICAREA AUTOMOBILULUI – Societatea Știință și Tehnică S.A. – 1998;
10. C. Mondiru – AUTOMOBILE DACIA – diagnosticare, întreținere și reparare – Editura Tehnică, București, 1998;

11. Vasile Neculăiasa, Mișcarea autovehiculelor, Ed. Polirom – Iași, 1996,
12. Mătieș, V. , Mândru, D. , Bălan, R. , Tătar, O. , Rusu, C. , Tehnologie și educație mecatronică , Ed. Todesco, Cluj-Napoca, 2001;
13. . Marin V., Marin Alex.Sisteme electronice automate – construcție reglare exploatare – Editura Tehnica, Bucuresti, 1987.
14. . Dolga, V, Proiectarea sistemelor mecatronice, Editura Politehnica , Timișoara, 2007;
15. Bishop, H. Robert, The Mechatronics Handbook, CRC Press, London-New York-Washington, 2002;
16. Tocaiuc Gh.: Echipamentul electric al automobilelor, Editura Tehnică, București, 1982;
17. Ing.dipl. Ulm Ion Păunel, „Automobilul electric de azi și de mâine”, „Univers Ingineresc” Nr. 16(446)/16-23, aug. 2009;
18. Constantin Calinoiu, - Senzori și traductoare (vol.1), Editura Tehnica. 2009;
19. Mihai Bercea, Masurari tehnice, Ed. TEHNOPRESS, Iasi, 2001;
20. Radu Rosca, Victor Valcu, Eduard Rakosi, Gheorghe Manolache, Autovehicule rutiere si tractoare, Editura POLITEHNIUM, Iasi, 2004;
21. Laurentiu-Claudiu Manea, Adriana-Teodora Manea, Mecatronica automobilului modern, vol I+II, Ed. MATRIX ROM, Bucuresti, 2000;
22. Radu Gaiginschi, Radu Drosescu, Lidia Gaiginschi, Adrian Sachelarie, Iulian Filip, Mihai Pintilei, Siguranta circulatiei rutiere Vol. II, Ed. Tehnica, 2006;

Site-uri :

1. <http://www.simotion.com/downloads/pdf/DSC-00-abs.pdf>
2. <http://en.wikipedia.org/wiki/Headlamp>
3. [http://www.volkswagen.ro/despre\\_volkswagen/inovatii/prototipuri/sisteme\\_de\\_asisten\\_la\\_rulare/faruri\\_adaptive\\_dinamice/](http://www.volkswagen.ro/despre_volkswagen/inovatii/prototipuri/sisteme_de_asisten_la_rulare/faruri_adaptive_dinamice/)
4. [http://www.hellapress.com/search\\_detail.php?text\\_id=19&archiv=1&language=e&newdir=eng](http://www.hellapress.com/search_detail.php?text_id=19&archiv=1&language=e&newdir=eng)
5. <http://www.patentsonline.com/4963794.html>
6. <http://www.autoevolution.ro/stiri/newsImage/istoria-farurilor-de-la-acetilena-la-led-uri-3.jpg/>
7. [www.classicar.3xforum.ro](http://www.classicar.3xforum.ro)
8. [www.opel.com](http://www.opel.com)
9. [http://en.wikipedia.org/wiki/Suspension\\_%28vehicle%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Suspension_%28vehicle%29)
10. <http://auto.howstuffworks.com/car-suspension.htm>
11. <http://www.progressivesuspension.com/>
12. [http://www.bose.com/controller?event=VIEW\\_STATIC\\_PAGE\\_EVENT&url=/learning/project\\_sound/bose\\_suspension.jsp](http://www.bose.com/controller?event=VIEW_STATIC_PAGE_EVENT&url=/learning/project_sound/bose_suspension.jsp)
13. [http://ro.wikipedia.org/wiki/Suspensia\\_automobitelor](http://ro.wikipedia.org/wiki/Suspensia_automobitelor)
14. <http://www.encyclopedie-auio.ro/sistem/default.asp?Sistem=Sistemul+de+Suspensie+SSID7>
15. [http://www.carbibles.com/suspension\\_bible\\_pg3.html](http://www.carbibles.com/suspension_bible_pg3.html)
16. [www.regielive.ro](http://www.regielive.ro)

17. [www.scribtube.ro](http://www.scribtube.ro)
18. [www.autozone.com](http://www.autozone.com)
19. Logan-Manual de service
20. Comunicate de presa ale Siemens VDO privind sistemul EWB.
21. Paul Crowe, Electronic Wedge Brakes Signal Future Electric Cars, nov 2006
22. <http://comymanele.xhost.ro/istorie.htm>
23. <http://www.drivingfast.net/technology/ABS.htm>
24. [http://en.wikipedia.org/wiki/Anti-lock\\_braking\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Anti-lock_braking_system)
25. <http://www.prealign.com/images/brakes111.jpg>
26. Prospecte de pe INTERNET ale firmelor BOSCH, ITT AUTOMOTIVE, VOLKSWAGEN-AUDI, RENAULT, CITROEN, VOLVO, FORD, ALLISON.
27. [vwforum.promotor.ro/aprinderea-automata-a-farurilor](http://vwforum.promotor.ro/aprinderea-automata-a-farurilor)
28. [www.price.ro/viper\\_aprindere\\_automata\\_a\\_farurilor](http://www.price.ro/viper_aprindere_automata_a_farurilor)
29. [newpartsauto.wordpress.com/reglarea-adaptiva-a-farurilor-masinilor-moderne](http://newpartsauto.wordpress.com/reglarea-adaptiva-a-farurilor-masinilor-moderne)
30. [www.4tuning.ro/tehnica-auto/istorie-pe-4-roti-prima-masina-din-lume-dotata](http://www.4tuning.ro/tehnica-auto/istorie-pe-4-roti-prima-masina-din-lume-dotata)
31. [www.ford.ro/TehnologiiFord/TehnologieInteligenta](http://www.ford.ro/TehnologiiFord/TehnologieInteligenta)
32. [www.aaroncake.net/circuits/hdlights.asp](http://www.aaroncake.net/circuits/hdlights.asp)
33. [www.scripgroup.com/casa-masina/auto/INSTALATIA-FARURILOR](http://www.scripgroup.com/casa-masina/auto/INSTALATIA-FARURILOR)
34. [classiccar.3xforum.ro](http://classiccar.3xforum.ro)
35. <http://www.sermecom.ro/>
36. <http://delphi.com/manufacturers/auto/powertrain/diesel/>
37. <http://www.jeepmania.ro/>
38. <http://www.automarket.ro/>
39. <http://www.freepatentsonline.com/>
40. <http://www.informatiiauto.ro/>
41. <http://www.go4it.ro/>
42. <http://www.romdevices.com/>
43. <http://www.informatiiauto.ro/>
44. <http://www.falcon.ro/>
45. <http://auto.9am.ro/>
46. <http://www.autodiga.ro/>
47. <http://www.promotor.ro/>
48. <http://www.bosch.com.ro/>