



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2019 00678**

(22) Data de depozit: **24/10/2019**

(41) Data publicării cererii:  
**28/08/2020** BOPI nr. **8/2020**

(71) Solicitant:  
• **EXPERT ACCIDENT RECONSTRUCTION  
S.R.L., SAT VIȘAN, COMUNA BĂRNOVA,  
IS, RO**

(72) Inventatori:  
• **DROSESCU RADU, STR.BĂRBOI NR.1,  
BL.F 1, AP.11, IAȘI, IS, RO;**  
• **ZAMFIR SILVIU, STR.MUȘATINI, NR.17,  
BL.R4-1, SC.1, AP.3, IAȘI, IS, RO**

(54) **DISPOZITIV TIP CUTIE-NEAGRĂ PREVĂZUT CU FUNCȚII  
DE ASISTARE A CONDUCĂTORULUI AUTO ÎN MANEVRĂ  
DE DEPĂȘIRE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv de tip cutie neagră, care permite analiza manevrelor de depășire pe care un conducător auto intenționează să le efectueze, sau în care s-a angajat deja. Dispozitivul este prevăzut cu funcții de asistare a conducătorului auto în manevra de depășire analizând automat distanțele, vitezele și accelerațiile vehiculului depășit și ale celui care vine din sens opus, atenționând optic și acustic în cazul unei depășiri interzise, periculoase sau riscante, sau validând o manevră sigură ce poate fi efectuată, toate informațiile legate de manevra de depășire fiind stocate într-o zonă specială dintr-o memorie nevolatilă a dispozitivului, împreună cu imagini ale vehiculelor implicate în manevra de depășire, captate de camere video aflate la bord. Dispozitivul (4) conform invenției este alcătuit dintr-un modul (1) electronic, prevăzut cu posibilități de comunicații CAN, FlexRay, LAN și funcții de cuplor de poartă, care preia parametrii dinamici ai vehiculului de la niște sisteme (8 și 9) electronice EPS (Electric Power Steering) și ESP (Electronic Stability Program), montate pe vehicul, și de la un senzor (7) GPS, dintr-un modul (2) electronic prevăzut cu funcții

de analiză și prelucrare a imaginilor și datelor provenind de la niște senzori (10, 11, 12; 13, 14; 15) radar montați frontal, lateral și, respectiv, în spatele vehiculului, de la niște camere (20; 21, 22; 23) video frontale, laterale și, respectiv, spate, și dintr-un modul (3) electronic ce analizează datele de la celelalte două module (1 și 2), ia decizii, generează semnale de atenționare și memorează informațiile asociate manevrelor conducătorului auto.

Revendicări: 12

Figuri: 7

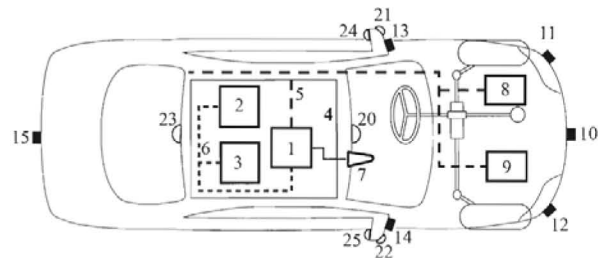


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



57 SA

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. ...a 2019 0678...
Data depozit ...24-10-2019...

## **Dispozitiv tip cutie-neagră prevăzut cu funcții de asistare a conducătorului auto în manevra de depășire**

Invenția se referă la un dispozitiv de tip cutie-neagră care permite analiza manevrelor de depășire pe care conducătorul auto intenționează să le efectueze sau în care s-a angajat deja. Dispozitivul este prevăzut cu funcțiuni de asistare a conducătorului auto în manevra de depășire analizând automat distanțele, vitezele și accelerațiile vehiculului depășit și a celui care vine din sens opus, atenționând optic și acustic în cazul unei depășiri interzise, periculoase sau riscante, dar și validând în cazul unei manevre sigure ce poate fi efectuată. Toate informațiile legate de manevra de depășire sunt stocate într-o zonă specială din memoria nevolatilă a dispozitivului cutie-neagră împreună cu imagini ale vehiculelor implicate în depășire captate pe durata manevrei de camere aflate la bord.

Creșterea fără precedent a numărului de autovehicule care circulă pe o rețea rutieră ce nu poate să se dezvolte în același ritm, nici spațial nici temporal conduce la o mărire nedorită a numărului de accidente. Sistemele moderne de siguranță menite să asiste conducătorul auto în manevrele și actul de conducere a mașinii înregistrează unul dintre cele mai rapide ritmuri de dezvoltare devenind parte integrantă a cercetărilor din sfera vehiculelor automate și conducere autonomă. În ceea ce privește dinamica orizontală a autovehiculelor și încadrarea în benzile de circulație există implementate o serie de sisteme de asistare a conducătorului auto dintre care cele mai cunoscute sunt: sistemul automat de menținere a distanței constante față de vehiculul din față (ACC) descris spre exemplu în patentele EP 1695859 A1, EP 0897824 B1, sistemul de avertizare la schimbarea benzii de mers descris spre exemplu în patentele US 2015/194055 A1 și US 5521579, sistemul de menținere a benzii, sistemele automate de parcare ce folosesc radere de distanță mică precum cel descris în patentul US 2003/160717 A1, sau sistemele de comunicare între vehicule V2V. Totuși, în cazul manevrei de depășire aceste sisteme cu excepția ultimului nu sunt utile trebuind să fie automat dezactivate atunci când conducătorul auto inițiază o astfel de manevră. Mai mult sistemul ACC de urmărire a vehiculului din față este incompatibil cu manevra de depășire. De aceea o serie de patente care descriu metode de realizare automată a manevrei de depășire se referă mai mult la modalități de adaptare a sistemului ACC pentru a realiza această funcțiune sau a modifica sistemul ACC pentru a permite

implementarea în viitor a unor manevre de depășire. Astfel în patentul DE19757063 este prezentat un dispozitiv ACC capabil să măsoare și vitezele vehiculelor ce circulă pe o bandă adiacentă cu posibilitatea de a fi folosită în depășiri, iar sistemul ACC permite conducătorului auto accelerarea atunci când se detectează manevra de depășire. Patentul DE19821122 A1 descrie un dispozitiv ACC care nu dezactivează modul de menținere a distanței constante față de vehiculul din față atunci când conducătorul auto semnalizează stânga pentru trecerea pe banda de depășire ci din contră reduce distanța setată la o valoare redusă ce permite depășirea. Patentul DE102005013669 prezintă un dispozitiv bazat pe 2 senzori radar montați frontal pentru funcția ACC și în spate, acesta determină distanța de la vehiculul care depășește la vehiculele aflate în spate pentru a degreva conducătorul auto de sarcina asigurării din spate la depășire. O serie de patente urmăresc doar efectuarea în siguranță a manevrei de schimbare a benzii prin asistarea conducătorului auto fără însă a viza o manevră de depășire. În fine, patentul US 6842687 prezintă o metodă de asistare a conducătorului auto pentru manevra de depășire bazându-se pe un sistem ACC. Mai precis, sistemul determină nu doar distanța față de vehiculul din față ce urmează a fi depășit ci și distanța față de vehiculul circulând din față pe banda de depășire. Atunci când manevra de depășire este detectată se calculează o viteză de depășire având la bază viteza de referință setată în sistemul ACC fiind utilizată accelerația impusă de acest sistem. Prin urmare, nu este posibilă determinarea în mod optimal a parametrilor dinamici ai procesului de depășire independent de sistemul ACC, adică nu este permis conducătorului auto să-și accelereze vehiculul după cum dorește și după cât de rapid intenționează să facă depășirea.

Din perspectiva manevrei de depășire adoptată în prezenta invenție, monitorizarea automată a căii de rulare de către vehiculul care intenționează să efectueze depășirea acoperă 360°. În afară de față, monitorizarea spatelui poate evidenția o eventuală manevră de depășire în derulare de către vehiculul din spate în timp ce monitorizarea spațiului din părțile laterale permite aprecierea culoarului de siguranță în care vehiculul care depășește trebuie să se încadreze.

Spre deosebire de exemplele precedente, dispozitivul prezentat în acest patent este conceput ca un sistem de asistare a conducătorului auto pe tot parcursul manevrei de depășire începând cu momentul când aceasta este inițiată și reacționând pe parcursul desfășurării complete a manevrei în funcție de situațiile diferite ce apar în trafic. Funcționarea dispozitivului este total independentă de prezența sau absența dispozitivelor de asistare amintite fiind conceput nu ca o cutie neagră deoarece, pe lângă faptul că stochează o serie de date și parametrii dinamici ai vehiculului aflat în trafic permite memorarea informațiilor legate de depășirile efectuate cât și a celor aflate în stadiul de intenție. Pe baza acestor date dispozitivul poate crea și un profil al conducătorului auto util asiguratorilor auto, poliției sau angajatorilor pentru transportul de persoane și mărfuri. Dispozitivul prezentat poate fi considerat și un sistem de asistare a conducătorului auto deoarece prin funcțiile sale ușurează executarea manevrei de depășire, o face mai sigură conducând la o creștere a siguranței traficului. Alertarea în cazul depășirilor interzise, periculoase, hazardate dar și a celor permise este de tip optic și acustic. La un nivel superior se poate efectiv implementa interzicerea manevrei de depășire prin ignorarea apăsării pedalei de accelerație ușor de implementat atunci când motorul este prevăzut cu clapetă (obturator) controlat electronic, sau prin limitarea debitului de combustibil injectat, modificări ale unghiului de avans la aprindere sau la nivelul distribuției, soluții care funcționează deja pentru sistemele ACC.

## SCURTĂ DESCRIERE A FIGURILOR

Fig1. Reprezintă schiță cu vehiculele implicate într-o manevră de depășire cu trecere pe banda cu sens invers de circulație;

Fig.2 Reprezintă schema bloc a dispozitivului cutie-neagră prevăzut cu funcții de asistare a conducătorului auto în manevre de depășire cu evidențierea conexiunii între Modulul 1, Modulul 2 și Modulul 3 și a conexiunii dispozitivului cutie-neagră la rețeaua CAN a vehiculului prin intermediul funcției gateway a Modulului 1;

Fig.3 Reprezintă schema bloc a modulelor componente ale dispozitivului cutie neagră și a senzorilor radar și video camere cuplate la Modulul 2 în configurație de Fuziune a Senzorilor

Fig4. Reprezintă exemple de amplasare a senzorilor radar laterali și a camerelor video de supraveghere a spațiului lateral al vehiculului inițiator al depășirii în oglinzile laterale;

Fig.5. Reprezintă secvența depășirii cu intrare pe banda cu sens invers de circulație și evidențierea spațiilor și timpilor asociați cu vehiculele implicate în manevra de depășire;

Fig.6 Reprezintă organigrama programului de inițializare și intrare după pornirea vehiculului executat de Modulul 3;

Fig.7 Reprezintă organigrama Algoritmului 1 de analiză a depășirii cu intrare pe banda cu sens invers de circulație executat de Modulul 3.

## DESCRIERE DETALIATA (CONTINUTUL PATENTULUI)

În invenția se prezintă un dispozitiv de tip cutie neagră care este prevăzut cu funcțiuni de asistare a conducătorului auto în manevrele de depășire și care este proiectat ca un dispozitiv electronic numeric, care integrează trei module distinct funcționale denumite în continuare Modulul 1, Modulul 2 și Modulul 3, care la rândul lor se compun dintr-un controler prevăzut cu memorie nevolatilă capabil să efectueze anumiți algoritmi prezentați în continuare sub formă de organigramă. Metoda prezentată în continuarea patentului poate fi implementată în software, firmware sau microcod, sau combinat. Programul rezultat sub formă de cod este conceput sub forma unor module distincte care sunt executate simultan în cele trei module electronice capabile să schimbe informații folosind diverse tipuri de comunicație, care în acest patent sunt de tip CAN.

Pentru cei specializați pe acest tip de sisteme de calcul este posibilă realizarea dispozitivului și sub forma unui singur bloc electronic de tip "embedded control" folosind controllere cu putere extinsă de procesare de tip multicore.

În tot cuprinsul acestei invenții am considerat vehiculul care inițiază depășirea notat VI căruia îi este atașat dispozitivul cutie neagră împreună cu o serie de senzori care permit măsurarea distanței și vitezei vehiculelor din jur, care în acest patent sunt primul vehicul din față care urmează să fie depășit notat în Fig.1 cu VD1 care circulă în fața vehiculului inițiator VI la distanța  $ld_1$ , al doilea vehicul din față VD2 care circulă înaintea primului vehicul depășit la o distanță  $ld_2$  de vehiculul inițiator VI și care poate să fie detectat sau nu de acesta, vehiculul aflat în spatele vehiculului inițiator pe aceeași bandă notat VS aflat la distanța  $ls$  de vehiculul inițiator VI care se poate și el angaja în depășire și vehiculul VO care circulă din sens opus pe o altă bandă la distanța  $lo$  de vehiculul inițiator VI și care poate să fie detectat sau nu.

Posibilitatea ca un vehicul circulând în fața sau în spatele vehiculului inițiator VI să poată fi detectat de sistemul cutie neagră, care să-i măsoare distanța și viteza în raport cu propria poziție și propria viteză depinde de banda de frecvență și distanța maximă de detectare a

senzorilor radar folosiți care la acest moment este limitată la 150 m pentru radarele folosite pentru sistemele ACC, dar care în anumite implementări poate fi crescută la max. 350m. Senzorii radar funcționând în banda milimetrică 77-81 GHz pe principiul modulării liniare în frecvență a semnalului transmis continuu FMCW, care sunt folosiți în conceptul acestui patent au rezoluția unghiulară și domeniul maxim de detecție dependent de banda de frecvență și numărul antenelor de transmisie și recepție. Diferența de fază între semnalele ce se emit pe două sau mai multe antene de transmisie simultan și coerent determină orientarea fasciculelor emise, direcția undelor emise putând fi astfel controlată prin modificarea fazei semnalului emis. O tehnică relativ recentă permite legarea în cascadă a mai multor transmițătoare și receptoare, fiecare cu propriul lanț de prelucrare (LNA, Mixer, filtru, convertor analog/digital ADC) care permit unghiuri de acoperire de 60° și distanțe maxime de detectare de cca. 350 m. Un astfel de exemplu este descris în patentul US 2018/0292510 A1.

Dispozitivul cutie neagră 4 prezentat în patent se compune conform reprezentării din Fig.2 din trei module electronice 1,2 și 3, care funcționează în paralel executând algoritmi distincți, modulul 3 supervizând modulele 1 și 2 de la care preia date printr-o comunicație de tip CAN.

Modulul 1 are ca sarcină detectarea configurației căii de rulare precum și a recunoașterii manevrei de depășire efectuate de conducătorul auto. Principalii parametri monitorizați sunt unghiul de rotație al volanului, întrerupătorul de semnalizare a schimbării sensului de mers, unghiurile de apăsare a pedalelor de accelerație și frână, accelerația longitudinală și laterală, vitezele unghiulare de rotație și ruliu, unghiul de înclinare pe cele două axe ale vehiculului (implicit drumului) și opțional treapta de viteză. O parte importantă din parametrii enumerați sunt deja determinați de diversele sisteme electrice și electronice aflate la bord (ABS, ESP, ACC, Sistemul de management al motorului, sistemul de direcție asistată EPS (8), etc.) și pot fi preluate de pe rețeaua CAN proprie a vehiculului 5 sau prin cea de diagnosticare OBD. Majoritatea parametrilor dinamici ai vehiculului necesari analizei manevrei de depășire vor fi preluați de la sistemul ESP (9) (Electronic Stability Program) printr-un acces pe rețeaua CAN 5 asociată propulsiei (CAN C). Clapeta electronică, direcția asistată electric, transmisia automată și modularea electronică a frânării (ESP) prezente pe autovehiculele construite mai recent permit și asistarea efectivă în derularea manevrei de depășire prin reglarea vitezei și accelerației optime, prin menținerea unor spații și distanțe considerate sigure și optime pentru manevra respectivă.

Monitorizarea GPS (7) și cunoașterea căii de rulare sunt obligatorii deoarece intrarea pe celălalt sens de mers presupune o depășire în timp ce trecerea pe o bandă paralelă cu același sens de mers poate desemna fie o depășire, fie o schimbare de bandă. În acest sens includerea în hărțile digitale de tip Google Maps ale unor informații precum numărul de benzi și tipul drumului, valoarea razei de curbă sau unghiul pantei ar fi de un real folos în automatizarea conducerii vehiculelor și mărirea gradului de siguranță a traficului. Sistemul are prevăzut și un comutator pe volan sau în bord prin care conducătorul auto apăsându-l are opțiunea de a informa sistemul că dorește inițierea unei depășiri și cere verificarea automată a posibilității de a se angaja într-o manevră sigură. Pornind de la valorile unghiului de volan, vitezei și accelerațiilor laterale, longitudinale și a vitezei unghiulare de rotație modulul 1 determină raza curbei, mai precis curbura traiectoriei urmate de vehicul. Pentru determinarea traiectoriei într-o curbă se poate folosi direct așa numita viteză unghiulară de offset (corectată) preluată de la sistemul ESP prin comunicație CAN.

Notând unghiul de girație cu  $\psi$  și  $v_x$  viteza de rulare se poate calcula curbura traiectoriei parcurse de vehicul notată cu  $\kappa_v$  (inversul razei curbei R) conform relației  $\kappa_v = (d\psi/dt)/v_x$ . Valorile instantanee sunt filtrate printr-un filtru trece trece-jos pentru obținerea unei valori medii. Din formula accelerației laterale  $a_y$  ce poate fi direct măsurată în modulul 1 se poate calcula de asemenea curbura  $\kappa_y$  plecând de la relațiile dintre accelerația centripetă, viteza și raza curbei cf. relației:  $\kappa_y = a_y/v_x^2$ . Comparativ cu  $\kappa_v$  determinarea curburii din accelerația laterală este mai puțin precisă în cazul vitezelor mai reduse de deplasare sau în cazul în care tronsonul de curbă are un unghi de înclinare.

Valori mai puțin precise ale curburii traiectoriei mai pot fi determinate din geometria Ackermann plecând de la unghiul de bracare al roților raportat la ampatament cu condiția de a cunoaște în orice moment raportul de transmisie în sistemul de direcție (unghi volan/unghi roată), mai dificil de știut sau de preluat la sistemele cu asistare electrică a direcției și sisteme active de direcție. Toate determinările enumerate mai sus prezintă abateri de la curbura reală a drumului mai ales când curba se întinde pe tronsoane lungi de drum și prezintă variații bruște de rază și sens. În aceste condiții pentru a crește precizia pe lângă valorile rezultate din măsurătorile parametrilor dinamici ai vehiculului se pot folosi sistemul de navigație, procesările de la camere video sau chiar analiza distanței față de vehiculul din față. Determinările coordonatelor recepționate de la sateliți și preluate de aparatura GPS de la bord permit o anticipare a curburii folosind hărți digitale cu condiția ca acestea să fie obținute din coordonate succesive suficient de apropiate (ex. 25 m) care prin interpolare să definească precis curbura cu cel puțin 50 m înainte ca vehiculul să o abordeze.

Recunoașterea și determinarea curburii folosind sisteme video și prelucrările de imagine pot aduce un plus considerabil de precizie dar și a prețului sistemului. Există deja sisteme de asistare a conducătorului auto având deocamdată un statut opțional ce permit avertizarea la schimbarea benzii de rulare sau de recunoaștere a semnelor de circulație a căror date pot fi folosite cu succes în acest sens.

Cu ajutorul informațiilor de care dispune Modulul 1 dispozitivul cutie-neagră 4 poate determina automat dacă conducătorul auto inițiază o manevră de depășire plecând de la unghiul de volan, viteza mașinii și starea manetei semnalizatorului de schimbare de direcție. Diferența între depășire și viraj stânga este de regulă stabilită în funcție de viteză deoarece virajul la stânga se face cu viteză redusă și decelerație, în timp ce pentru depășire viteza este mai ridicată (în principiu peste 60 km/h) și accelerația pozitivă. Și în acest caz, o hartă electronică care poate anticipa cu câteva sute de metri prezența unei intersecții, bifurcații sau ramificații ale drumului va fi de un real folos la detectarea unor zone în care se interzice manevra de depășire.

Modulul 2 prezentat în Fig.3 este conceput pe principiul cooperării între senzori diferiți (Ultrasonici, Radar, Lidar, GPS, IMU-inerțiali și camere video) astfel încât informațiile rezultate prin prelucrarea în comun a datelor să fie mai precise, mai robuste, în general mai bune decât în cazul extragerii lor de la un singur senzor. Conceptul este deja cunoscut și aplicat sub denumirea de fuziune a informației senzorilor (Sensor Fusion). Datele rezultate sunt comunicate printr-o comunicație 6 cu celelalte două module 1 și 3.

Dispozitivul cutie-neagră 4 prevăzut cu trei senzori radar plasați frontal notați 10, 11 și 12, unul în spate 23 și doi laterali 13, respectiv 14. Sensorii montați frontal sunt de domeniu lung LRR (250-350 m) sau medie distanță MRR (150m), iar cei laterali de scurtă distanță SRR (30-60 m). Cei trei senzori radar frontali pot fi înlocuiți de un singur senzor de tip cascadă care are domeniul unghiular de cel puțin 60° și o distanță maximă de detecție 350m.

Utilizarea camerelor video în tandem cu senzorii radar permite o validare a obiectelor și diferențierea între diverșii participanți la trafic: pietoni, mașini, biciclete, motociclete, animale comune, etc, dar și o vedere mai bună a zonei din imediata apropiere a vehiculului datorită unui câmp vizual mult mai extins comparativ cu cel al unui senzor radar. Dispozitivul prezentat în patent care include Modulul 2 care primește informații privind distanța, viteza și accelerația vehiculelor de pe aceeași bandă și de pe banda de depășire permite conectarea a patru camere video montate frontal 20, în spate 23 și lateral 21,22. O modalitate mai simplă de montare a senzorilor laterali radar, cameră 21,13 respectiv 22, 14 constă în amplasarea lor în oglinzile laterale ca în exemplele prezentate în Fig.4. Suplimentar, prin adăugarea unor camere 23, 24 în partea din spate a fiecărei oglinzi laterale pot fi acoperite și unghiurile oarbe ce se formează în părțile laterale și spatele vehiculului.

Pentru cei avizați în tehnicile de prelucrare a imaginilor este ușor de înțeles că modulul 2 care îndeplinește funcții de recunoaștere a obiectelor identificate de senzorii radar are la bază un procesor cu capacități extinse de prelucrare a imaginilor și putere de calcul, un accelerator grafic de tip hardware precum și o memorie de lucru de capacitate extinsă. Modulul 2 va selecta după prelucrarea datelor de la senzorii radar și a imaginilor de la camerele video pe cele referitoare la vehiculele VD1, VD2, VO și VS. care vor fi asamblate într-un cadru de tip cluster care va conține distanța, viteza, accelerația fiecărui vehicul raportate la vehiculul inițiator VI dar și alte informații precum clasa (categoria) fiecărui vehicul, nr. de înmatriculare. O dată declanșată manevra de depășire Modulul 2 va memora și imagini ale celor trei vehicule care sunt descrise în Fig.1 care participă indirect la manevra respectivă împreună cu vehiculul inițiator. Suplimentar, Modulul 2 va detecta tot prin prelucrarea imaginilor de la camerele video semnele de circulație întâlnite pe traseu, respectiv liniile de separație a benzilor de circulație pentru stabilirea tipului de drum. Această informație se va valida de datele primite de la Modulul 1 rezultate prin citirea coordonatelor GPS și poziționarea vehiculului inițiator pe harta electronică.

Opțional, pentru o mai judicioasă utilizare a spațiului de stocare se poate alege memorarea imaginilor la care s-a făcut referire anterior doar în cazul în care conducătorul auto a ignorat avertizările dispozitivului angajându-se totuși în depășire, sau a efectuat manevra pe tronsoane de drum unde aceasta este interzisă.

Modulul 3 pe baza datelor furnizate de Modulul 1 și Modulul 2 va determina la intrare în programul de inițializare categoria drumului pe care vehiculul inițiator VI se află și sensul de circulație pe banda de depășire. Este foarte important să se stabilească dacă manevra se face pe un drum cu două sensuri și o bandă pe sens, sau este un tronson cu mai multe benzi pe sens, caz în care se cere și localizarea vehiculului pe o bandă anume. Această informație se obține prin localizarea automată a vehiculului inițiator pe o hartă digitală de tipul Google Maps, Microsoft Bing Maps, MapQuest, Garmin sau TomTom coroborate cu imaginile obținute de la camerele video de unde se extrage informația referitoare la banda albă de separare a sensurilor de mers sau la informațiile rezultate prin recunoașterea și interpretarea automată a semnelor și indicatoarelor de circulație. În acest context detectarea curbilor este foarte importantă pentru ca sistemul să facă diferența între o variație a unghiului de volan necesară abordării unei curbe sau cea de intrare într-o fază inițială a manevrei de depășire.

În Fig.5 este prezentată schematizat manevra de depășire inițiată de vehiculul inițiator VI care s-a angajat în efectuarea depășirii primului vehicul depășit VD1 pe banda de depășire pe care există un sens invers de circulație pe care pot să apară un vehicul care vede din sens opus VO sau un vehicul din spate VS care s-a angajat și el în depășire. În fața primului vehicul

depășit poate circula un al doilea vehicul VD2 care la rândul său poate sau nu să fie depășit de vehiculul inițiator al depășirii VI în cadrul aceleiași manevre de depășire a primului vehicul depășit VD1 sau printr-o altă manevră de depășire.

Modulul 3 care analizează datele preluate de la Modulul 1, respectiv de la Modulul 2 ia deciziile pentru a valida manevra de depășire semnalând totodată și situațiile în care aceasta nu este posibil de efectuat, ori executarea ei implică riscuri și trebuie evitată. Semnalizările corespunzătoare fiecărei situații sunt de tip optic, acustic, iar în viitor pot fi considerate și reacții de tip haptic (pedala de accelerație va tremura și va fi mai greu de apăsă, volanul va căpăta mici vibrații sau oscilații, etc.).

Primul pas pe care Modulul 3 îl execută constă în determinarea locației și a tipului de drum pe care se află vehiculul inițiator plecând în principal de la informațiile blocului GPS 7 și a camerelor video aflate la bord, informații pe care le primește de la Modulul 1, respectiv Modulul 2.

În pasul doi, pe baza datelor calculate de modulul 2 (distanțe, viteze și accelerații) se verifică dacă distanța dintre VI și VD1 se încadrează în pragul de siguranță și în caz afirmativ, plecând de la datele furnizate de Modulul 1 (viteze, accelerații) este estimată distanța pe care se face o depășire sigură a vehiculului din față. Determinarea distanței de siguranță dintre vehiculul inițiator VI și primul vehicul depășit VD1 este tratată în mai multe patente precum WO2013064705 fiind preluată ca atare. Dacă această distanță minimă de siguranță nu este îndeplinită, sau viteza vehiculului VD1 depășește o anumită valoare prestabilită în funcție de caracteristicile de putere și dinamice ale vehiculului inițiator VI, sau viteza maximă de circulație pe traseul respectiv becul de avertizare va semnala prin trecerea într-un regim pulsator și pe culoarea roșie pericolul de angajare într-o astfel de manevră. Manevra de depășire va fi de asemenea semnalată ca nepermisă și dacă camerele recunosc automat și semnalează prezența unor semne de circulație care interzic manevra respectivă sau dacă harta digitală indică prezența unor curbe strânse. Opțional, informații legate de manevra de depășire inițiată de conducătorul auto pot fi afișate pe calculatorul de bord sau pe un display special ori pe parbriz dacă acesta este de tip head-up-display (HUD).

Programul va rula într-o buclă continuă care determină datele în acești doi pași până când este detectată inițierea manevrei de depășire, fie în mod automat de către modulul 1, fie cerută expres de conducătorul auto prin apăsarea butonului. Organigrama respectivă este prezentată în Fig.6. În cadrul invenției au fost tratate două tipuri de depășiri. Cea mai periculoasă presupune trecerea de pe un sens de circulație pe sensul opus, situație întâlnită cel mai adesea pe drumurile cu o bandă pe sens și mai rar pe cele cu două benzi pe sens. Cea de-a doua manevră de depășire presupune o cale de circulație cu cel puțin două benzi pe sens fără ca autovehiculul inițiator să treacă pe sensul invers de mers și practic se identifică cu schimbarea de bandă. O dată detectată inițierea unei manevre de depășire Modulul 3 va decide pe care dintre cele două ramificații ale programului se va da controlul. După determinarea sensului de circulație pe banda de depășire în cazul în care vehiculul inițiator VI va pătrunde pe o bandă cu circulație pe sens invers Modulul 3 dă comanda execuției Algoritmului 1 descris prin organigrama din Fig.7.

Determinarea sensului de circulație pe banda de depășire se validează în momentul intrării vehiculului inițiator VI pe banda de depășire, în funcție de sensul de circulație pe aceasta și distanță față de primul vehicul VO care este detectat ca circulând pe respectiva banda și în funcție de viteza și sensul vitezei vehiculului care circulă pe sens opus VO (distanța dintre



vehiculul VI și VO se reduce, diferența de viteză dintre vehiculul VI și VO este mai mare decât cea proprie fiecărui vehicul).

În pasul unu din algoritmul 1, care este activat la începerea manevrei de depășire se determină timpul necesar de depășire a vehiculului VD1 de către vehiculul inițiator VI. La intrarea pe banda de depășire Modulul 2 va determina distanța  $l_2$ , dintre vehiculul care depășește VI și primul vehicul de pe banda de depășire VO întâlnit pe sensul de deplasare al vehiculului inițiator, viteza  $v_o$  și accelerația  $a_o$  acestuia. Tot în această etapă Modulul 2 va detecta prezența sau nu a unui alt vehicul VD2 aflat în fața vehiculului VD1 determinând distanța și viteza relativă între VD1 și VD2, date care sunt transmise modulului 3. Pentru a permite un calcul cât mai precis Modulul 2 plecând de la imaginile preluate de o cameră video frontală plasată pe vehiculul inițiator al depășirii VI va determina o categorie în care se încadrează vehiculului din față (autoturism, camion, autobuz, motocicletă, bicicletă, căruță atelaj, etc.) asociind acestuia o lungime estimativă  $L_{VD1}$ .

În pasul 2 al algoritmului 1 executat de Modulul 3, sunt determinați timpii în care vehiculul inițiator al depășirii VI va trece de pe banda proprie pe banda de depășire  $t_{12}$ , respectiv de revenire de pe banda de depășire pe banda proprie,  $t_{21}$  aceștia existând sub formă de cartogramă 3D în funcție de viteza și accelerația  $v_i$ ,  $a_i$  vehiculului VI, valorile fiind determinate experimental pentru o marcă proprie de autovehicul, apoi preluați automat de Modulul 3 dintr-o bază proprie de date aflată în memoria nevolatilă. În pasul 3 se determină durata totală estimativă a depășirii începând cu schimbarea benzii, trecerea efectivă paralelă cu vehiculul depășit VD1 și revenirea pe banda de mers proprie înaintea vehiculului depășit VD1, eventual între primul vehicul depășit VD1 și cel de-al doilea vehicul VD2 aflat în fața primului vehicul depășit.

Timpul de depășire  $t_d$  se estimează cu formula:  $t_d = t_{12} + t_2 + t_{21}$  unde  $t_{2\_min} = \frac{l_1 + L_{VD1}}{v_i^* - v_1}$ . Toate aceste determinări se fac în momentul în care se detectează începerea manevrei de depășire de către VD1 și intrarea pe banda de depășire, ori prin apăsarea de către conducătorului auto a butonului de verificare a depășirii. Valoarea inițială determinată a timpului de depășire se determină plecând de la viteza minimă de depășire inițială  $v_i^*$  pe care autovehiculul inițiator al depășirii VI trebuie să o aibă pentru a efectua manevra în siguranță și care este cea cu care conducătorul auto inițiază manevra prin accelerare și care este aproximativ egală cu cea a primului vehicul depășit VD1. În raport cu accelerația pe care conducătorul auto o imprimă vehiculului inițiator VI plecând de la viteza inițială  $v_i^*$  sunt determinați în continuare timpul de depășire  $t_d$ .

În continuare, în pasul 4 Modulul 3 determină spațiul de revenire în care vehiculul inițiator VI se va reîncadra la revenirea din depășire și intrarea pe banda proprie notat cu  $\Delta l$ . Spațiul de revenire se calculează cu relația  $\Delta l = l_1 + l_2 + L_{VD1} - l_{vd} - l_{vo}$  unde  $l_1$  reprezintă distanța dintre vehiculul inițiator al depășirii VI și primul vehicul depășit VD1,  $l_2$  reprezintă distanța dintre vehiculul inițiator al depășirii VI și primul vehicul întâlnit pe banda opusă de mers măsurată în momentul începerii depășirii și dacă această distanță intră în banda maximă de bătaie a dispozitivului radar frontal,  $L_{VD1}$  reprezintă lungimea vehiculului depășit VD1 determinată prin recunoașterea categoriei vehiculului VD1 de către camera video frontală 20 din Fig.2,  $l_{vd} = v_1 \cdot t_d + \frac{1}{2} \cdot a_1 \cdot t_d^2$  reprezintă distanța parcursă de primul vehicul depășit VD1 pe timpul depășirii  $t_d$  calculat în funcție de viteza  $v_1$  și accelerația  $a_1$  determinate de radarele frontale de pe vehiculul inițiator VI, iar  $l_{vo} = v_o \cdot t_d + \frac{1}{2} \cdot a_o \cdot t_d^2$  reprezintă distanța parcursă de primul vehicul aflat pe banda de deplasare în sens invers VO pe timpul depășirii  $t_d$  calculat

în funcție de viteza  $v_o$  și accelerația  $a_o$  determinate de radarele frontale de pe vehiculul inițiator VI.

În pasul 5 Modulul 3 compară valoarea calculată a spațiului de revenire  $\Delta l$  cu o valoare de siguranță prestabilită în raport cu tipul categoriei vehiculelor VI, VD1, VO și eventual VD2 și dacă aceasta nu este satisfăcută se reface întreg calculul plecând de la pasul 1 dar cu o nouă valoare a vitezei necesare de depășire care rezultă din viteza inițială  $v_i^*$  la care se adaugă o anumită cantă de suplimentare  $\Delta v_i$  prestabilită în funcție de posibilitățile dinamice ale vehiculului inițiator al depășirii VI (putere, viteză maximă, timpul de accelerare, categoria vehiculului, etc.) rezultată prin mărirea accelerației vehiculului inițiator VI de la valoarea avută în momentul intrării în manevra de depășire  $a_i^*$  cu o cantă prestabilită  $\Delta a_i$  necesară atingerii vitezei  $v_i = v_i^* + \Delta v_i$ . Buclarea poate continua până la atingerea unei valori maxime  $v_{i\max}^*$  determinată în funcție de tipul drumului, viteza maximă de circulație admisă pe traseul respectiv și de eventualele restricții de viteză identificate de camerele video și în cazul în care spațiul sigur de reîncadrare nu este obținut se semnalează interzicerea manevrei de depășire. Dacă se obține acest spațiu corespunzător unei viteze  $v_i$  această viteză va fi afișată la bord ca viteză minimă necesară de depășire.

Modulul 3 are opțiunea ca în timpul efectuării manevrei de depășire la trecerea de primul vehicul depășit VD1, după măsurarea distanței față de primul vehicul aflat pe banda de deplasare în sens invers VO și cea față de cel de-al doilea vehicul VD2 aflat pe banda proprie în fața primului vehicul depășit VD1 și în funcție de viteza și accelerația primului vehicul aflat pe banda de deplasare în sens invers VO, respectiv viteza și accelerația de cel de-al doilea vehicul VD2 aflat pe banda proprie în fața primului vehicul depășit VD1 să decidă și să informeze conducătorul auto asupra siguranței continuării deplasării pe banda de depășire și continuând cu depășirea celui de-al doilea vehicul VD2 aflat pe banda proprie în fața primului vehicul depășit VD1, sau revenirea pe propria bandă înaintea primului vehicul depășit sau între primul vehicul depășit VD1 și cel de-al doilea vehicul VD2.

Modulul 3 va analiza posibilitatea de repliere în siguranță sau nu a vehiculului inițiator al depășirii VI după vehiculul aflat înaintea sa pe aceeași bandă VD1 sau între VD1 și un alt vehicul VD2 situat pe banda de circulație și înaintea vehiculului VD1 într-o proximitate de căutare care se poate stabili, de regulă în domeniul maxim detectabil de senzorul radar. Dacă conducătorul auto decide reintrarea pe banda sa de circulație fără să intenționeze continuarea depășirii algoritmul se resetează reîntorcându-se la punctul inițial de pornire.

Pentru ca manevra depășirii să decurgă în siguranță Modulul 2 este prevăzut cu senzori de tip radar de distanță scurtă, sau cu senzori ultrasonici, respectiv camere video plasate spre exemplu în oglinzile laterale ca în Fig.4 care să permită detectarea distanței laterale de siguranță între VI și VD, respectiv a momentului trecerii de VD1.

**REVEDICARE**

1. Dispozitiv Cutie-Neagră **caracterizat prin aceea că** este construit pe baza unui Modul electronic 1, unui Modul electronic 2, unui Modul electronic 3 conectate printr-o conexiune 6 de tip CAN, LAN, FlexRay sau orice altă rețea de comunicație de mare viteză care sunt conectate și la rețeaua proprie 5 de tip CAN a unui autovehicul și care permit asistarea conducătorului auto în manevra de depășire în sensul în care detectează inițierea manevrei și avertizează conducătorul auto prin mijloace optice și acustice asupra posibilității de efectuare a manevrei în siguranță și care avertizează conducătorul auto asupra angajării într-o manevră de depășire hazardată sau riscantă și care avertizează conducătorul auto asupra angajării într-o manevră de depășire imposibilă și care avertizează conducătorul auto asupra angajării într-o manevră de depășire efectuată pe un tronson în care manevra de depășire este interzisă și care avertizează conducătorul auto asupra efectuării unei manevre de depășire cu o viteză care este peste viteza admisă pe calea de rulare respectivă;
2. Dispozitiv Cutie-Neagră **caracterizat prin aceea că** este construit pe baza unui Modul electronic 1 care are posibilitatea de a prelua diverși parametri dinamici ai vehiculului care inițiază depășirea VI de la alte module electronice aflate la bord precum sistemul de direcție și sistemul de control al stabilității folosind rețeaua locală de comunicații la bord CAN 5 și de a-i transmite Modulului electronic 2 și Modulului electronic 3 prin intermediul unei rețele locale interne 6 de mare viteză ce poate fi de tip CAN-FD, FlexRay, LAN, sau cu fibră optică;
3. Dispozitiv Cutie-Neagră **caracterizat prin aceea că** este construit pe baza unui Modul electronic 1 care are posibilitatea de a prelua date de la un dispozitiv GPS local prevăzut cu antenă externă și dispozitiv inerțial IMU prin care poate determina locația și viteza vehiculului inițiator al depășirii VI și care poate accesa informații de la o hartă digitală de tip Google Maps, Microsoft Bing Maps, MapQuest, Garmin sau TomTom;
4. Dispozitiv Cutie-Neagră **caracterizat prin aceea că** este construit pe baza unui Modul electronic 1 care pe baza datelor furnizate la pct.2 și pct.3 din revendicări permite determinarea curburii căii de rulare în mod anticipativ cu cel puțin 50 m înainte ca vehiculul inițiator să o abordeze;
5. Dispozitiv Cutie-Neagră **caracterizat prin aceea că** este construit pe baza unui Modul electronic 3 care va determina automat categoria drumului pe care se deplasează vehiculul inițiator al depășirii precum și sensul de circulație pe banda pe care se va executa depășirea pe baza datelor furnizate de un Modul electronic 1 revendicate la pct.2 și pct.3 și pe baza imaginilor obținute de la camerele video cuplate la un Modul electronic 2 care va extrage prin prelucrarea digitală a respectivelor imagini informații referitoare la banda albă de separare a sensurilor de mers sau informații rezultate prin recunoașterea și interpretarea automată a semnelor și indicatoarelor de circulație;
6. Dispozitiv Cutie-Neagră **caracterizat prin aceea că** este construit pe baza unui Modul electronic 2 care este conceput pe principiul cooperării între senzori (sensors fusion) de tip Radar, camere video și senzori inerțiali și la care sunt conectați trei

senzori radar plasați frontal notați 10, 11 și 12, un senzor radar în spate 23 și doi senzori radar plasați lateral 13, respectiv 14 și la care sunt conectate patru camere video montate frontal 20, în spate 23 și lateral 21,22, iar opțional mai pot fi montate câte o cameră video 24, 25 în părțile laterale ale vehiculului inițiator al depășirii VI care să acopere zonele oarbe din jurul acestuia în vederea creșterii siguranței efectuării manevrei de depășire.

7. Dispozitiv Cutie-Neagră **caracterizat prin aceea că** este construit pe baza unui Modul electronic 2 la care sunt conectați și doi senzori radar plasați lateral 13, respectiv 14 și două camere video 21, 22 montate lateral pentru identificarea obiectelor ce sunt detectate în partea față lateral a vehiculului inițiator al depășirii VI și opțional două camere montate lateral 24, 25 pentru acoperirea spațiului lateral spate al vehiculului VI și care senzori pot fi amplasați în oglinda retrovizoare laterală a vehiculului VI după cum urmează: senzorii 13, 21, 24 în oglinda laterală stângă iar senzorii 14, 22, 25 în oglinda laterală dreapta;
8. Dispozitiv Cutie-Neagră **caracterizat prin aceea că** este construit pe baza unui Modul electronic 2 care prin prelucrarea datelor de la senzorii menționați în revendicări la punctul 6 calculează distanța, viteza și accelerația fiecăruia dintre vehiculele VD1, VD2, VO, VS raportate la vehiculul inițiator VI dar și alte informații precum clasa (categoria) fiecărui vehicul, nr. de înmatriculare și care vor fi asamblate într-un cadru de tip cluster, care va fi trimis către Modulul 3 pe interfața locală 6. Modulul 2 va memora și imagini ale celor trei vehicule care sunt implicate în manevra de depășire inițiată de vehiculul VI și care, pentru o mai judicioasă utilizare a spațiului de stocare se poate selecta sau nu memorarea lor doar în cazul în care conducătorul auto a ignorat avertizările dispozitivului angajându-se totuși în depășire, sau a efectuat manevra pe tronsoane de drum unde aceasta este interzisă;
9. Dispozitiv Cutie-Neagră **caracterizat prin aceea că** este construit pe baza unui Modul electronic 3 care pe baza datelor furnizate de la Modulul 1 și Modulul 2 pe rețeaua locală internă 6 validează automat sau la cerere prin apăsare pe un buton de către conducătorul auto a manevrei de depășire inițiată de acesta semnalând totodată și situațiile în care depășirea nu este posibil de efectuat, sau când executarea ei implică riscuri și trebuie evitată. Semnalizările corespunzătoare fiecărei situații sunt de tip optic, acustic, iar în viitor pot fi considerate și reacții de tip haptic (pedala de accelerație va tremura și va fi mai greu de apăsat, volanul va căpăta mici vibrații sau oscilații, etc.);
10. Dispozitiv Cutie-Neagră **caracterizat prin aceea că** este construit pe baza unui Modul electronic 3 care detectează automat o manevră de depășire efectuată de conducătorul auto plecând de la unghiul de volan, viteza mașinii și starea manetei semnalizatorului de schimbare de direcție. Diferența între depășire și viraj stânga este de regulă stabilită în funcție de viteză deoarece virajul la stânga se face cu viteză redusă și decelerație, în timp ce pentru depășire viteza este mai ridicată (în principiu peste 60 km/h) și accelerația pozitivă. Și în acest caz, o hartă electronică care poate anticipa cu câteva sute de metri prezența unei intersecții, bifurcații sau ramificații ale drumului va fi de un real folos la detectarea unor zone în care se interzice manevra de depășire;

11. Dispozitiv Cutie-Neagră **caracterizat prin aceea că** este construit pe baza unui Modul electronic 3 care pe baza datelor furnizate de la Modulul 1 și Modulul 2 pe rețeaua locală internă 6 execută un algoritm prin care, plecând de la o viteză inițială de depășire și o accelerație inițială de depășire calculează un timp estimativ de depășire și un spațiu minim de revenire de pe banda de depășire înapoi pe banda de circulație proprie. Algoritmul este executat în mod iterativ astfel încât dacă spațiul de revenire este mai mic decât o valoare prestabilită, accelerația și viteza de depășire sunt mărite prin cuante prestabilite până când rezultă un spațiu de revenire mai mare sau egal cu de siguranță prestabilit. Algoritmul va valida ca viteza de depășire să nu depășească valoarea maximă admisă pe tronsonul respectiv;

12. Dispozitiv Cutie-Neagră **caracterizat prin aceea că** este construit pe baza unui Modul electronic 3 care pe baza datelor furnizate de la Modulul 1 și Modulul 2 pe rețeaua locală internă 6 verifică dacă distanța dintre vehiculul inițiator VI și primul vehicul depășit VD1 se încadrează în pragul de siguranță. Dacă această distanță minimă de siguranță nu este îndeplinită, sau viteza vehiculului VD1 depășește o anumită valoare prestabilită în funcție de caracteristicile de putere și dinamice ale vehiculului inițiator VI, sau viteza maximă de circulație pe traseul respectiv becul de avertizare va semnala prin trecerea într-un regim pulsator și pe culoarea roșie pericolul de angajare într-o astfel de manevră. Manevra de depășire va fi de asemenea semnalată ca nepermisă și dacă camerele recunosc automat și semnalează prezența unor semne de circulație care interzic manevra respectivă sau dacă harta digitală indică prezența unor curbe strânse. Opțional, informații legate de manevra de depășire inițiată de conducătorul auto pot fi afișate pe calculatorul de bord sau pe un display special ori pe parbriz dacă acesta este de tip head-up-display (HUD)

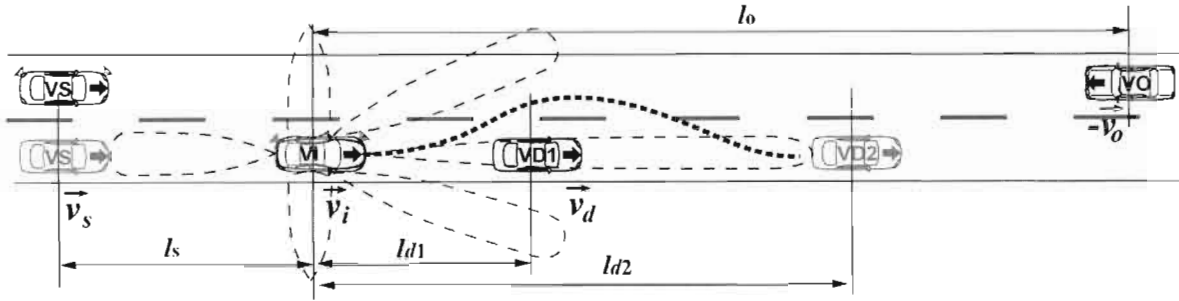


Fig.1

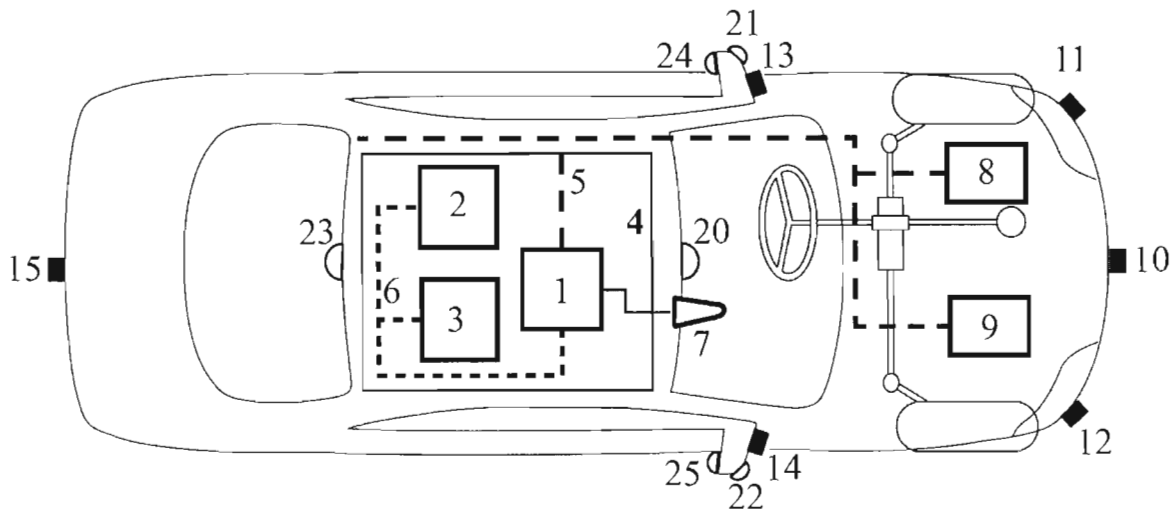


Fig.2

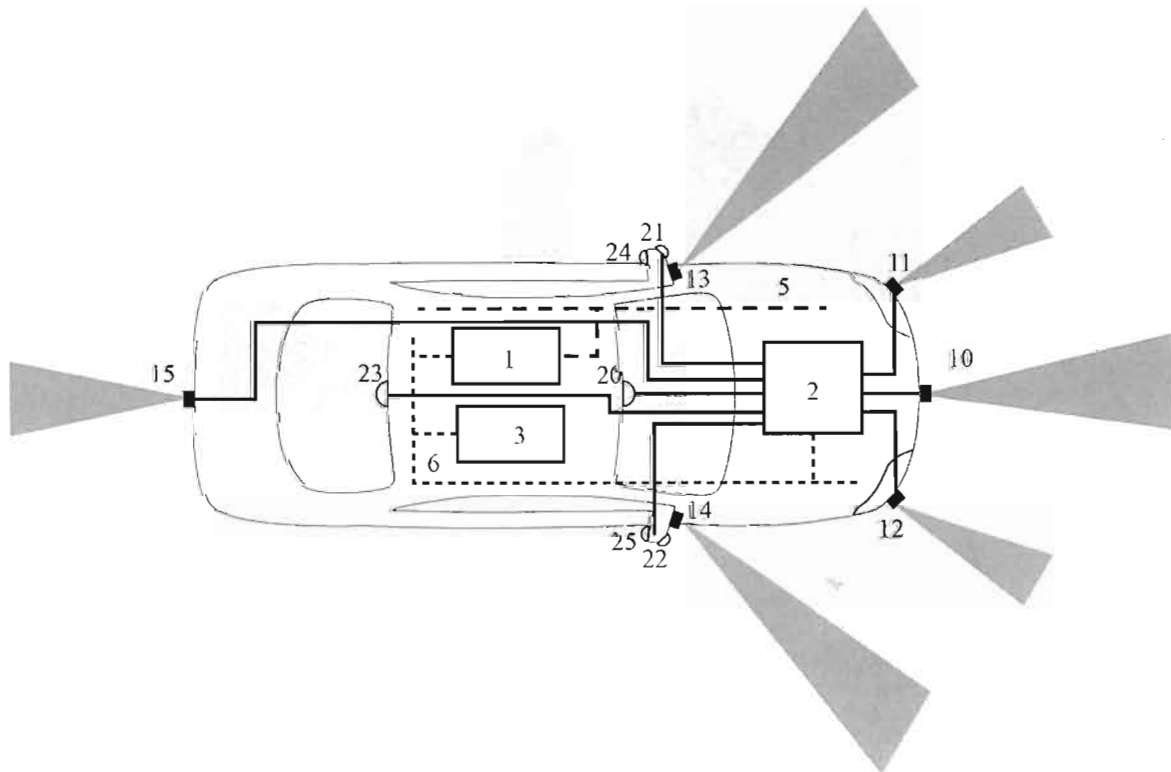
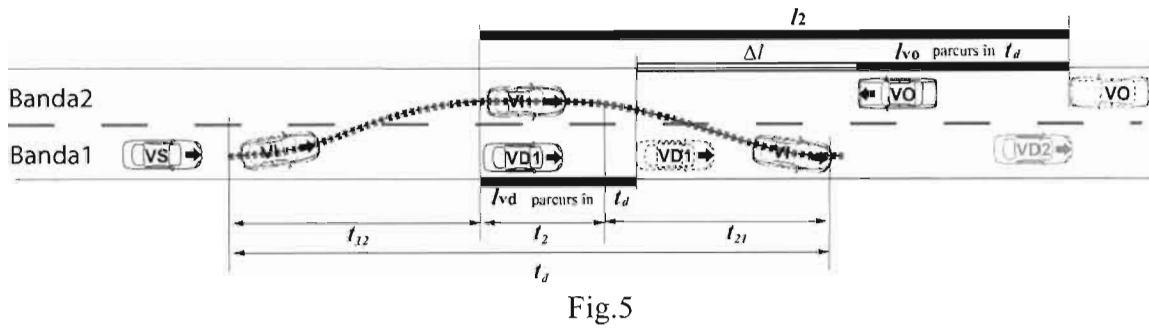
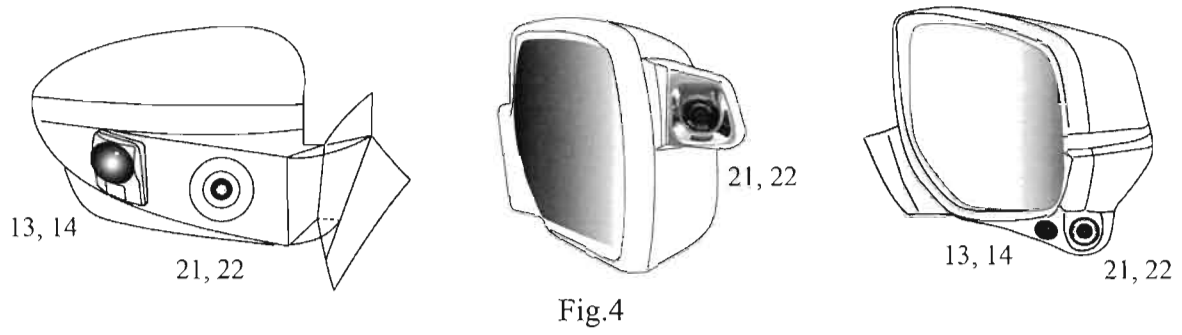


Fig.3



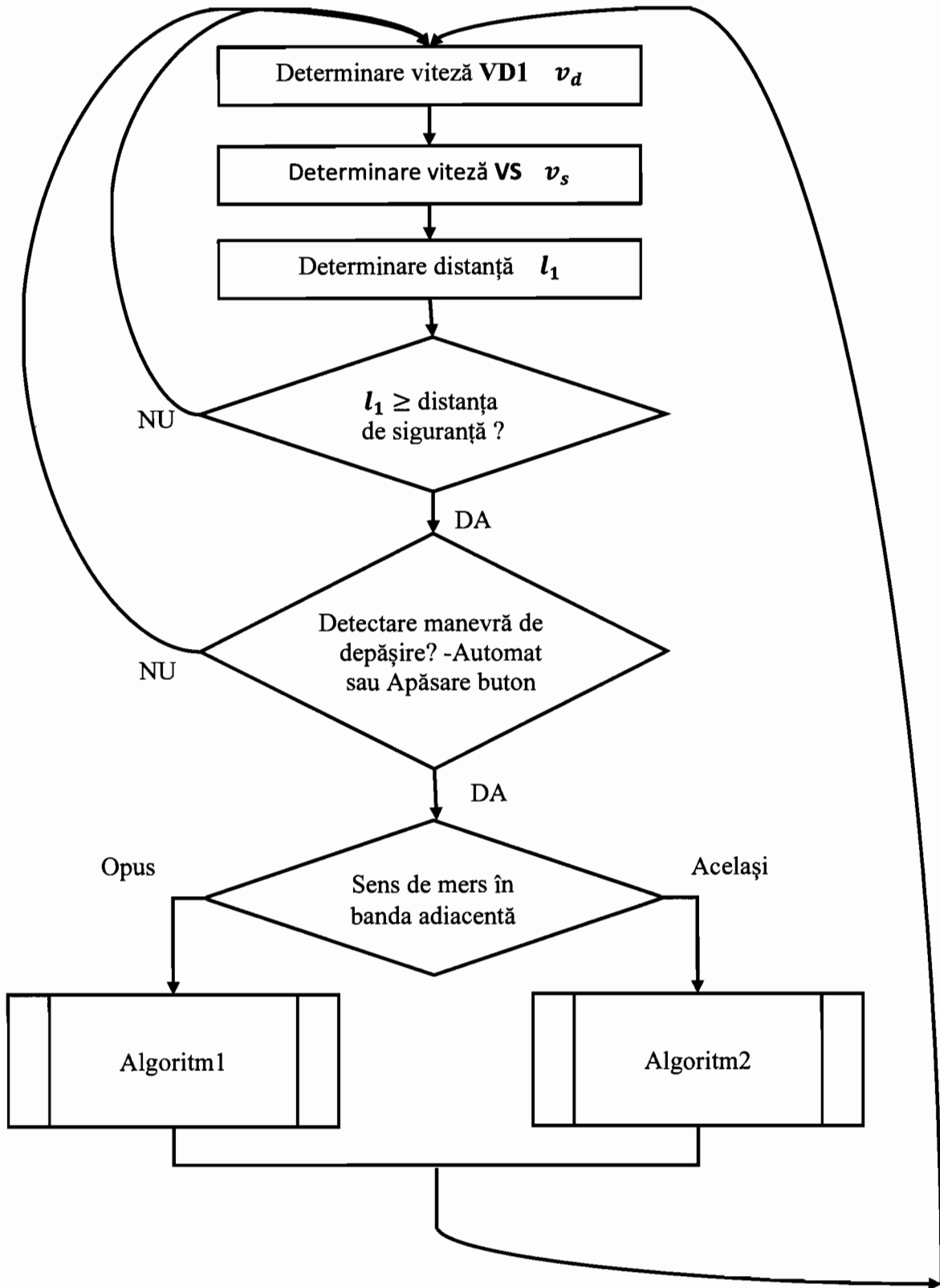


Fig.6



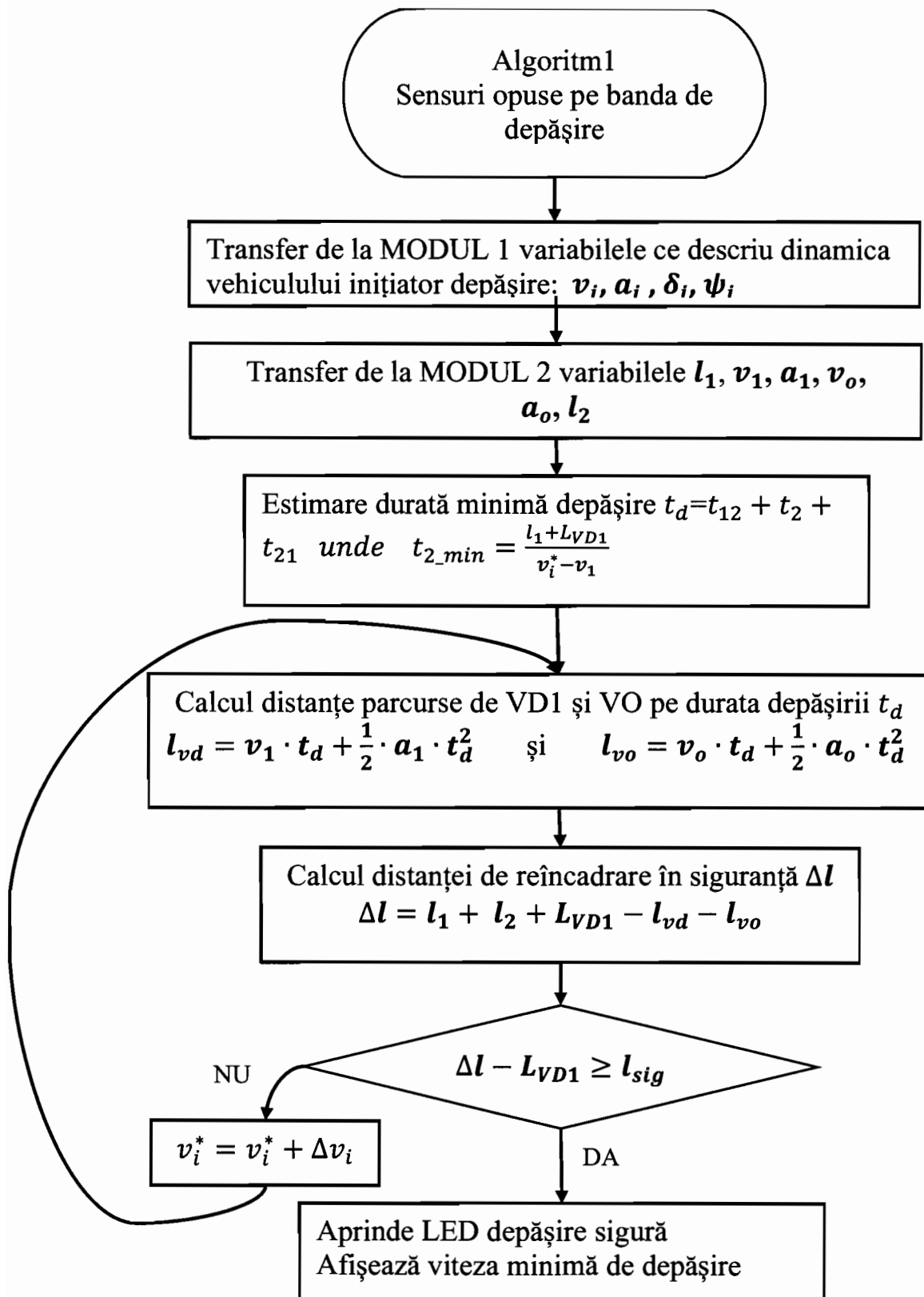


Fig.7