

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2023 00131

(22) Data de depozit: 20/03/2023

(41) Data publicării cererii:  
29/11/2023 BOPI nr. 11/2023

(71) Solicitant:  
• INNOVA MOTION SENSORS S.R.L.,  
CALEA CHIȘINĂULUI, NR.29, C40, IAȘI, IS,  
RO

(72) Inventatori:  
• HAGAN MARIUS GHEORGHE,  
STR.PRINCIPALĂ, NR.162, VĂLENII  
ȘOMCUTEI, MM, RO;

• AGHION CRISTIAN, STR. PARCULUI  
NR.8, BL. E24, SC.A, AP.7, IAȘI, IS, RO;  
• MANU OCTAVIAN MODEST,  
STR.ALEXANDRU CEL BUN, NR.18, BL.12,  
SC.C, AP.6, SUCEAVA, SV, RO;  
• BERARI SEBASTIAN, STR.OBORULUI,  
NR.52, ȘCHEIA, SV, RO;  
• MOGA MELISA, STR.VASILE LUPU,  
NR.5A, DARABANI, MM, RO;  
• BADARAU ADINA,  
ALEEA TUDOR NECULAI, NR.33, BL.959,  
SC.A, PARTER, AP.1, IAȘI, IS, RO

## (54) SISTEM DE MONITORIZARE A MERSULUI ȘI DE ANALIZĂ POSTURALĂ

### (57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de monitorizare a mersului, de analiză posturală și detecție a unor evenimente, cum ar fi căderile, având aplicabilitate în monitorizarea unor persoane care prezintă risc de cădere sau pentru care se impune monitorizarea activităților zilnice, cum ar fi copiii și persoanele vârstnice. Sistemul de monitorizare, conform invenției, este alcătuit dintr-o rețea de senzori care sunt încorporați în încălțăminte și îmbrăcăminte, dintr-o rețea de comunicații de date și dintr-o aplicație prin care se procesează datele și se afișează parametrii posturali și de mers, precum și imagini sugestive ce oferă informații despre postură și calitatea mersului.

Revendicări: 15  
Figuri: 10

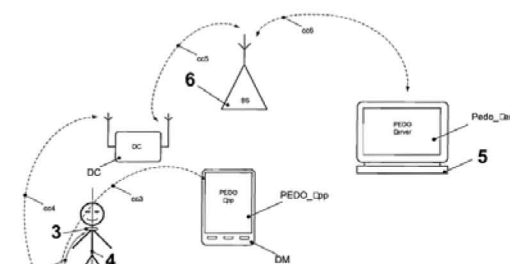


Fig. 1

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).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr. ....	a 2023 00131
Data depozit .....	20 -03- 2023

### Sistem de monitorizare a mersului și de analiză posturală

Invenția se referă la un sistem de monitorizare a mersului, de analiză posturală și detecție a unor evenimente cum ar fi căderile având aplicabilitate în monitorizarea unor persoane ce prezintă risc de cădere sau pentru care se impune monitorizarea activităților zilnice cum ar fi copiii și persoanele vârstnice.

În cererea de brevet US20210267491A1 cu titlul "METHODS AND APPARATUS FOR FALL PREVENTION" este prezentată o metodă de prevenire a căderilor în care se utilizează o platformă ce cuprinde mai mulți senzori și un dispozitiv de captare de imagini precum și o rețea de comunicații. Un dezavantaj al acestei invenții este acela că prin utilizarea unei camere video este necesară o capacitate mare de procesare și se limitează aria de monitorizare în funcție de unghiul de vizualizare al camerei.

În cererea de brevet US9262772B2 cu titlul "Systems and methods using a wearable device to determine an individuals daily routine" sunt prezentate metode și sisteme de determinare a activităților zilnice pentru o persoană prin achiziționarea datelor de la cel puțin un senzor, aceste date fiind date fiziologice, contextuale sau de parametri ambientali. Dezavantajul acestei invenții este acela că nu generează informații în timp real despre poziția corpului unui utilizator.

În cererea de brevet WO2022128866A1 având titlul "Footwear sensors for human movement measurement" este prezentat un sistem portabil, încorporat în încălțăminte, de monitorizare a posturii prin analiza imaginilor generate de niște camere portabile și prin antrenarea inițială a sistemului, pentru această operație de antrenare sunt utilizați niște senzori inerțiali. Un dezavantaj al acestei metode constă în achiziția de date de imagine de la niște camere portabile ceea ce solicita, pe de o parte, putere mare de calcul iar pe de altă parte se impune un consum mare de energie, ceea ce este un impediment pentru un dispozitiv portabil ce este alimentat de la o baterie. Un alt dezavantaj îl constituie necesitatea antrenării sistemului înainte de utilizare, acest lucru putând duce la generarea unor erori de detecție a posturii și mai ales de identificare a evenimentelor de cădere.

Prin aplicarea sa invenția rezolvă mai multe probleme tehnice cum ar fi: a) permite monitorizarea persoanelor cu risc de cădere în timp real, în funcție de pozițiile și mișcările pe care acestea le efectuează b) permite avertizarea în timp real a unor evenimente cum ar fi căderile astfel încât salvatorii să se poată interveni într-un timp scurt; c) permite urmărirea unui istoric al evenimentelor și activităților persoanelor monitorizate astfel încât să se poată determina un indice de activitate zilnică d) crează o bază de date specifice posturii și mersului astfel încât să se poată evalua evoluția calității mersului în timp, în mod individual, pentru fiecare persoană.

Sistemul de monitorizare posturală și analiză a mersului este alcătuit dintr-o rețea de senzori ce sunt încorporați în încălțăminte și în îmbrăcăminte, de o rețea de comunicații de date și dintr-o aplicație prin care se procesează datele și se afișează parametrii posturali și de mers precum și imagini sugestive ce dau informații despre postură și calitatea mersului.

Rețeaua de senzori este alcătuită din două grupuri de senzori, un grup de senzori ce se inserează în încălțăminte și un grup de senzori ce se inserează în haine. Aplicația mobilă rulează pe un dispozitiv mobil cum ar fi telefon, ceas inteligent sau tabletă, și dă informații în timp real sau sub formă de istoric de activități pentru o persoană monitorizată. De asemenea invenția mai dezvoltă o soluție tehnică dedicată identificării evenimentelor de cădere și de trimitere a unor semnale de avertizare către supraveghetori sau echipe de prim ajutor.

Invenția prezintă următoarele avantaje, în raport cu stadiul actual al tehnicii:

- determină în timp real poziția utilizatorului prin intermediul unei aplicații

- detectează evenimente de cădere și transmite semnale de avertizare

- crează o bază de date a paramerilor de mers și urmărește istoricul evoluției calității mersului

- avertizarea unor mișcări periculoase (urcat scări, urcat pe anumite obiecte, dezechilibru, etc...) mesajele de avertizare sunt trimise fie de un dispozitiv mobil (telefon, tabletă) fie de un dispozitiv fix (ex: concentratorul de date)

Analiza mersului și a posturii se face prin corelarea semnalelor generate de către senzorii echipamentelor încorporate în încălțăminte și a semnelor generate de echipamentul de monitorizare posturală (montat în zona cervicală) ceea ce crează o mai bună precizie a răspunsurilor.

Se dă, în continuare, o variantă de realizare a invenției, în legătură și cu figurile 1...10 care reprezintă:

Figura 1: schița sistemului de monitorizare a mersului și de analiză posturală

Figura 2: schema bloc a dispozitivului de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept

Figura 3: schema bloc a dispozitivului de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul stâng

Figura 4: schema bloc a dispozitivului de monitorizare posturală

Figura 5: organigrama programului de calculator dedicat unității de achiziție și procesare a dispozitivului de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept

Figura 6: organigrama programului de calculator dedicat unității de achiziție și procesare a dispozitivului de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul stâng

Figura 7: organigrama programului de calculator dedicat unității de achiziție și procesare a dispozitivului de monitorizare posturală

Figurile 8a,..., 8e: schema de reprezentare a posturilor și acțiunilor

Figurile 9a și 9b: organigrama programului de calculator dedicat dispozitivului mobil

Figura 10: reprezentarea semnalelor accelerometrice specifice mersului

Sistemul de monitorizare a mersului și de analiză posturală este alcătuit, conform invenției, dintr-un dispozitiv de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1** (figura 1) ce este montat în elemente de încălțăminte pentru piciorul drept, dintr-un dispozitiv de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul stâng **2** ce este montat în elemente de încălțăminte pentru piciorul stâng, dintr-un dispozitiv de monitorizare posturală **3** care este montat în zona cervicală, aceste dispozitive monitorizează mersul și postura pentru un utilizator **4** prin intermediul unei aplicații mobile **safeGait\_app** ce rulează pe un dispozitiv mobil **DM** și de asemenea aceste dispozitive transferă datele și informațiile spre un concentrator de date **DC** de unde datele și informațiile sunt transferate către un server **5** prin intermediul unui releu de comunicații de date **6** iar pe server rulează o aplicație **safeGait\_serv** ce are rolul de a salva datele într-o bază de date. Comunicațiile de date iner-dispozitive se face după cum urmează: dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1** are rolul și de master și comunică

printr-un canal de comunicații pe distanță scurtă **cc1** cu dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul stâng **2**, de asemenea comunică printr-un canal de comunicații pe distanță scurtă **cc2** cu dispozitivul de monitorizare posturală **3**, de asemenea comunică printr-un canal de comunicații pe distanță scurtă **cc3** cu dispozitivul mobil **DM** și de asemenea comunică printr-un canal de comunicații pe distanță medie **cc4** cu concentratorul de date **DC**; transferul de date și de informații dintre concentratorul de date **DC** și releul de comunicații **6** se face prin canalul de comunicații pe distanță lungă **cc5** iar transferul de date și de informații dintre server **5** și releul de comunicații **6** se face prin canalul de comunicații pe distanță lungă **cc6**.

Dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1** (figura 2) este alcătuit dintr-o unitate de achiziție, procesare și comunicații a datelor **UAPC1** care preia niște date de presiune de la un senzor sau grupurile de senzori **Pcd**, pentru zona calcanară a piciorului drept, de la senzorul sau grupurile de senzori **Ptd** pentru zona tarsiană a piciorului drept și de la senzorul sau grupurile de senzori **Pmtd** pentru zona metatarsiană a piciorului drept și de asemenea preia datele de la un senzor de accelerație tridimensional **7** și de la un senzor giroscopic **8** și stochează aceste date într-o memorie **9** iar periodic datele sunt transferate către concentratorul de date **DC** prin intermediul modulului radio **RF1**, către dispozitivul mobil **DM** prin intermediul unui modul de comunicații bluetooth **BT1**, de asemenea unitate de achiziție, procesare și comunicații a datelor **UAPC1** efectuează o procesare locală a datelor cu scopul de a determina evenimente de cădere sau de pierdere a echilibrului. Transferul și stocarea datelor se face în mod sincron prin raportarea la un modul de monitorizare cu precizie a timpului **RTC1**. Alimentarea dispozitivului de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1** se face de la o baterie **BAT1**.

Dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul stâng **2** (figura 3) este alcătuit dintr-o unitate de achiziție, procesare și comunicații a datelor **UAPC2** care preia niște date de presiune de la un senzor sau grupurile de senzori **Pcs**, pentru zona calcanară a piciorului stâng, de la senzorul sau grupurile de senzori **Pts** pentru zona tarsiană a piciorului stâng și de la senzorul sau grupurile de senzori **Pmts** pentru zona metatarsiană și de asemenea preia datele de la un senzor de accelerație tridimensional **10** și de la un senzor giroscopic **11** și stochează aceste date într-o memorie **12** iar periodic datele sunt transferate către dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1** care are rolul și de master

În protocolul de comunicații de date, comunicație având loc prin intermediul modulelor radio **RF1** (figura 2) și **RF2** (figura 3); Transferul și stocarea datelor se face în mod sincron prin raportarea la un modul de monitorizare cu precizie a timpului **RTC2**.

Dispozitivul de monitorizare posturală **3** (figura 4) este alcătuit dintr-o unitate de achiziție, procesare și comunicații a datelor **UAPC3** care preia niște date de altitudine de la un senzor altimetric **13** și de asemenea preia niște date accelerometrice de la un senzor de accelerație **14** și date giroscopice de la un senzor giroscopic **15** precum și date de temperatură de la un senzor de temperatură **16** și niște date de umiditate de la un senzor de umiditate **17**, datele achiziționate sunt stocate într-o memorie **18** în mod sincron prin raportarea la un modul de monitorizare cu precizie a timpului **RTC3** și de asemenea datele sunt transmise prin intermediul modulului radio **RF3** spre dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1** care are și rolul de master în protocolul de comunicații.

Programul de calculator care rulează în unitatea de achiziție și procesare **UAPC1** (figura 5) a dispozitivului de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1** este implementat, conform invenției, ca o succesiune de operații după cum urmează: lansarea în execuție a programului, reprezentată prin eticheta **a1** (figura 5) urmată de inițializarea microcontrolerului și a perifericelor, reprezentată prin eticheta **b1**, citirea datelor accelerometrice și giroscopice, reprezentată prin eticheta **d1**, citirea datelor de presiune din regiunile plantare (calcanare, tarsiene și metatarsiene) reprezentată prin eticheta **e1**, compararea parametrilor (accelerații, rotații, forțe) cu valorile de prag limită specifice consemnării unui eveniment reprezentată prin eticheta **f1**, astfel încât dacă a fost consemnat un eveniment se vor recepționa datele de la dispozitivele conectate la dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1**, aceste dispozitive fiind dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul stâng **2** și dispozitivul de monitorizare posturală **3**, această operație este reprezentată prin eticheta **g1**, iar dacă semnalele trimise de aceste dispozitive scot în evidență apariția unui eveniment, această condiționare fiind reprezentată prin eticheta **h1**, atunci dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1** va valida existența unui eveniment, cum ar fi un eveniment de cădere, această operație este reprezentată prin eticheta **j1**, și va trimite un semnal de avertizare precum și datele

specifice parametrilor de mers și posturali către aplicația dispozitivului mobil și către aplicația server, operație indicată prin eticheta **k1**; în mod necondiționat de existența unor evenimente datele parametrice sunt salvate în memorie, această operație este reprezentată prin eticheta **m1**; dacă s-a ajuns la o valoare prestabilită a unei perioade, această operație este reprezentată de eticheta **n1**, se efectuează o sincronizare în timp a tuturor dispozitivelor prin trimiterea unui mesaj de sincronizare de către dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1**, această operație este reprezentată prin eticheta **o1** și se trimit datele spre aplicația mobilă, această operație este reprezentată de eticheta **p1**; bucla se repetă prin reluarea operației de citire a datelor ce este reprezentată prin eticheta **d1**.

Programul de calculator care rulează în unitatea de achiziție și procesare **UAPC2** (figura 6) a dispozitivului de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul stâng **2** este implementat, conform invenției, ca o succesiune de operații după cum urmează: lansarea în execuție a programului, reprezentată prin eticheta **a2** (figura 6) urmată de inițializarea microcontrolerului și a perifericelor, reprezentată prin eticheta **b2**, citirea datelor accelerometrice și giroscopice, reprezentată prin eticheta **d2**, citirea datelor de presiune din regiunile plantare (calcanare, tarsiene și metatarsiene ale piciorului stâng) reprezentată prin eticheta **e2**, compararea parametrilor (acelerații, rotații, forțe) cu valorile de prag limită specifice consemnării unui eveniment, reprezentată prin eticheta **f2**, astfel încât dacă a fost consemnat un eveniment se vor trimite datele spre dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1** care are și rolul de master în protocolul de comunicații, această operație este reprezentată de eticheta **g2**; în mod necondiționat de existența unor evenimente datele parametrice sunt salvate în memorie, această operație este reprezentată prin eticheta **m2**; dacă s-a ajuns la o valoare prestabilită a unei perioade, această operație este reprezentată de eticheta **n2**, se efectuează o sincronizare în timp cu dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1**, această operație este reprezentată prin etichetele **o2** și se trimit datele spre acest dispozitiv, această operație este reprezentată de eticheta **p2**; bucla se repetă prin reluarea operației de citire a datelor ce este reprezentată prin eticheta **d2**.

Programul de calculator care rulează în unitatea de achiziție și procesare **UAPC3** (figura 7) a dispozitivului de monitorizare posturală **3** este implementat, conform invenției, ca o succesiune de operații după cum urmează: lansarea în

execuție a programului, reprezentată prin eticheta **a3** (figura 7) urmată de inițializarea microcontrolerului și a perifericelor, reprezentată prin eticheta **b3**, citirea datelor accelerometrice, giroscopice și de altitudine reprezentată prin eticheta **d3**, citirea datelor de umiditate și temperatură reprezentată prin eticheta **e3**, compararea parametrilor (acelerații, rotații, altitudine) cu valorile de prag limită specifice consemnării unui eveniment, reprezentată prin eticheta **f3**, astfel încât dacă a fost consemnat un eveniment se vor trimite datele spre dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1** care are și roulul de master în protocolul de comunicații, această operație este reprezentată de eticheta **g3**; în mod necondiționat de existența unor evenimente datele parametrice sunt salvate în memorie, această operație este reprezentată prin eticheta **m3**; dacă s-a ajuns la o valoare prestabilită a unei perioade, această operație este reprezentată de eticheta **n3**, se efectuează o sincronizare în timp cu dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1**, această operație este reprezentată prin etichetele **o3** și se trimit datele spre acest dispozitiv, această operație este reprezentată de eticheta **p3**; bucla se repetă prin reluarea operației de citire a datelor ce este reprezentată prin eticheta **d3**.

Programul de calculator care rulează în unitatea de procesare a dispozitivului mobil **DM** (figura 9) este implementat, conform invenției, ca o succesiune de operații după cum urmează: lansarea în execuție a programului, reprezentată prin eticheta **a4** (figura 9) urmată de inițializarea parametrilor aplicației mobile **safeGait\_app**, reprezentată prin eticheta **b4**, recepționarea datelor de evenimente de la dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1** sau de la server **5**, reprezentată prin eticheta **c4**, dacă este identificat un eveniment de cădere, această operație de condiționare este reprezentată prin eticheta **d4**, se vor lansa semnale de avertizare acustică și prin imagini către un utilizator al programului, această operație este reprezentată de eticheta **e4** astfel încât acesta să poată interveni în vederea acordării primului ajutor și de asemenea se poate opta pentru trimiterea automată a unui semnal către numărul unic al serviciului de urgență, această operație este reprezentată de eticheta **f4**; în mod necondiționat de existența unor evenimente datele parametrice (accelerometrice, giroscopice, c de presiune, de altitudine, de altitudine și de umiditate) sunt recepționate recepționate de către dispozitivul mobil **DM**, de la server **5** sau de la dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1** și sunt salvate într-o memorie locală,



aceste operații sunt reprezentate de către eticheta **g4** iar aceste date sunt parametrii de intrare pentru calculul valorilor presiunilor plantare pentru fiecare picior, după cum urmează: suma presiunilor plantare pentru piciorul drept va fi egală cu suma presiunilor individuale generate de către grupurile de senzori din zona calcanară a piciorului drept  $P_{cd}$ , de către grupurile de senzori din zona tarsiană a piciorului drept  $P_{td}$  și de către grupurile de senzori din zona metatarsiană a piciorului drept  $P_{mtd}$  după relația:  $S_{pres\_d} = s_{Pcd} + s_{Ptd} + s_{Pmtd}$  și în același mod se determină suma presiunilor plantare pentru piciorul stâng ca fiind:  $S_{pres\_s} = s_{Pcs} + s_{Pts} + s_{Pmts}$ , aceste operații de calcul sunt reprezentate prin eticheta **h4**; dacă este identificată o poziție verticală a utilizatorului **4**, prin compararea valorilor presiunilor plantare  $S_{pres\_d}$  și  $S_{pres\_s}$  cu niște valori de referință față de care sunt mai mari și dacă valorile accelerațiilor indicate de către senzorii de accelerație ai dispozitivelor posturale **1**, **2**, **3** indică valorile accelerațiilor verticale egale aproximativ cu accelerația gravitațională iar valoarea altimetrică este mai mare decât o valoare de prag sau față de valoarea indicată de un senzor altimetric ce poate fi montat în încălțăminte sau în îmbrăcăminte, această operație de calcul și de comparație este reprezentată prin eticheta **j4**, atunci programul va valida poziția verticală prin afișarea grafică a unui personaj ce are o poziție verticală (stând în picioare, figura 8a), această operație este reprezentată de eticheta **k4**; dacă este identificată o poziție "stând pe scaun" a utilizatorului **4** prin compararea valorilor presiunilor plantare  $S_{pres\_d}$  și  $S_{pres\_s}$  cu niște valori de referință față de care sunt mai mici și dacă valorile accelerațiilor indicate de către senzorii de accelerație ai dispozitivelor posturale indică valorile accelerațiilor verticale egale aproximativ cu accelerația gravitațională iar valoarea altimetrică indicată de senzorul de altitudine **13** este mai mică decât o valoare de prag sau mai mare față de valoarea indicată de un senzor de altitudine ce poate fi montat în încălțăminte sau în îmbrăcăminte, această operație de condiționare este reprezentată prin eticheta **m4**, atunci programul va valida poziția "stând pe scaun" prin afișarea grafică a unui personaj ce are o poziție de stat pe scaun (figura 8c), această operație este reprezentată prin eticheta **n4**; dacă este identificată o poziție "stând culcat" (figura 8e) a utilizatorului **4** prin compararea valorilor presiunilor plantare  $S_{pres\_d}$  și  $S_{pres\_s}$  cu niște valori de referință față de care acestea sunt mai mici și dacă valorile accelerațiilor indicate de către senzorii de accelerație ai dispozitivelor posturale indică valorile accelerațiilor verticale egale aproximativ cu zero iar valoarea altimetrică indicată de senzorul de

altitudine **13** este mai mică decât o valoare de prag sau aproximativ egală cu valoarea indicată de un senzor de altitudine ce poate fi montat în încălțăminte sau în îmbrăcăminte, această operație de condiționare este reprezentată prin eticheta **o4**, atunci programul va valida poziția “stând culcat” prin afișarea grafică a unui personaj ce are o poziție de “stat culcat” (figura 8e), această operație este reprezentată prin eticheta **p4**; dacă este identificată o acțiune de mers a utilizatorului **4**, prin analiza variațiilor accelerațiilor pe axele verticale și orizontale astfel încât o variație periodică, succesivă și conjugată a accelerațiilor  $a_{zd}$  și  $a_{xd}$  pentru piciorul drept și a accelerațiilor  $a_{zs}$  și  $a_{xs}$  pentru piciorul stâng (figura 10b), aceste variații putând fi corelate și de variațiile presiunilor plantare măsurate de senzorii de presiune, această operație fiind reprezentată prin eticheta **r4**, se va afișa pe display un personaj virtual care pășeste (figura 8b), ceea ce indică acțiunea de mers a utilizatorului **4**, această operație fiind reprezentată prin eticheta **s4**; dacă este identificată o acțiune de modificare a poziției utilizatorului **4**, prin analiza variațiilor accelerațiilor pe axele verticale și orizontale astfel încât valorile acestora să se modifice cu cel puțin 0.7 g, g fiind accelerația gravitațională iar senzorii giroscopici să indice modificări ale unghiurilor cu cel puțin  $45^{\circ}$ , aceste variații putând fi corelate și de variațiile presiunilor plantare măsurate de senzorii de presiune, această operație fiind reprezentată prin eticheta **t4**, se va afișa pe display un personaj virtual care își modifică poziția corespunzător modificării datelor parametrice, această operație fiind reprezentată prin eticheta **u4**, astfel încât dacă accelerația  $a_{zd}$  crește și se apropie de valoarea g atunci va fi indicată o modificare de la poziția orizontală la poziția verticală, dacă accelerația  $a_{zd}$  scade și se apropie de valoarea zero atunci va fi indicată o modificare de la poziția verticală la poziția orizontală iar dacă presiunile plantare cresc simultan și nu se observă o modificare semnificativă a valorilor accelerației  $a_{zd}$ , aceasta având valoarea aproximativ egală cu g atunci va fi indicată o modificare de la poziția de stat pe scaun la poziția stat în picioare; modificarea poziției poate fi semnalizată acustic, haptic sau luminos prin activarea unei opțiuni în meniul de funcționare a aplicației **safeGait\_app**, această operație fiind reprezentată de eticheta **v4**. Dacă se optează pentru vizualizarea istoricului activităților corespunzătoare unei anumite perioade se va reda o succesiune de poziții și acțiuni în care personajul virtual va lua diverse poziții cum ar fi: “stând în picioare”, “stând pe scaun”, “stând culcat” și va efectua diverse acțiuni, cum ar fi mersul și de asemenea se vor semnala anumite evenimente cum ar fi căderile sau dezechilibrul indicându-

se perioadele calendaristice (an, luna, zi, ora, minut) la care acestea au avut loc, această operație este reprezentată de figura **y4** și se va calcula un coeficient al activităților zilnice atribuindu-se procentual câte o valoare fiecărei activități, această operație fiind reprezentată de eticheta **z4**.

## REVENDICĂRI

1. Sistem de monitorizare a mersului și de analiză posturală caracterizat prin aceea că este alcătuit dintr-un dispozitiv de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept (1) ce este montat în elemente de încălțăminte pentru piciorul drept, dintr-un dispozitiv de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul stâng (2) ce este montat în elemente de încălțăminte pentru piciorul stâng, dintr-un dispozitiv de monitorizare posturală (3) care este montat în zona cervicală, aceste dispozitive monitorizează mersul și postura pentru un utilizator (4) prin intermediul unei aplicații mobile (**safeGait\_app**) ce rulează pe un dispozitiv mobil (**DM**) și de asemenea aceste dispozitive transferă datele și informațiile spre un concentrator de date (**DC**) de unde datele și informațiile sunt transferate către un server (5) prin intermediul unui rețea de comunicații de date (6) iar pe server rulează o aplicație (**safeGait\_serv**) ce are rolul de a salva datele într-o bază de date.

2. Sistemul de monitorizare a mersului și de analiză posturală, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că, comunicațiile de date inter-dispozitive se face după cum urmează: dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept (1) are rolul și de master și comunica printr-un canal de comunicații pe distanță scurtă (**cc1**) cu dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul stâng (2), de asemenea comunică printr-un canal de comunicații pe distanță scurtă (**cc2**) cu dispozitivul de monitorizare posturală (3), de asemenea comunică printr-un canal de comunicații pe distanță scurtă (**cc3**) cu dispozitivul mobil (**DM**) și de asemenea comunică printr-un canal de comunicații pe distanță medie (**cc4**) cu concentratorul de date (**DC**); transferul de date și de informații dintre concentratorul de date (**DC**) și rețeaua de comunicații (6) se face prin canalul de comunicații pe distanță lungă (**cc5**) iar transferul de date și de informații dintre server (5) și rețeaua de comunicații (6) se face prin canalul de comunicații pe distanță lungă (**cc6**).

3. Dispozitiv de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept (1) caracterizat prin aceea că este alcătuit dintr-o unitate de achiziție, procesare și comunicații a datelor (**UAPC1**) care preia niște date de presiune de la un senzor sau de la grupurile de senzori (**Pcd**) pentru zona calcanară a piciorului drept, de la senzorul sau grupurile de senzori (**Ptd**) pentru zona tarsiană a piciorului drept și de la senzorul sau grupurile de senzori (**Pmtd**) pentru zona metatarsiană a piciorului drept și de asemenea preia datele de la un senzor de accelerație tridimensional (7)

și de la un senzor giroscopic **(8)** și stochează aceste date într-o memorie **(9)** iar periodic datele sunt transferate către concentratorul de date **(DC)** prin intermediul modulului radio **(RF1)**, către dispozitivul mobil **(DM)** prin intermediul unui modul de comunicații bluetooth **(BT1)**, de asemenea unitatea de achiziție, procesare și comunicații a datelor **(UAPC1)** efectuează o procesare locală a datelor cu scopul de a determina evenimente de cădere sau de pierdere a echilibrului; transferul și stocarea datelor se face în mod sincron prin raportarea la un modul de monitorizare cu precizie a timpului **(RTC1)**.

4. Dispozitiv de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul stâng **(2)**, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că este alcătuit dintr-o unitate de achiziție, procesare și comunicații a datelor **(UAPC2)** care preia niște date de presiune de la un senzor sau grupurile de senzori **(Pcs)**, pentru zona calcanară a piciorului stâng, de la senzorul sau grupurile de senzori **(Pts)** pentru zona tarsiană a piciorului stâng și de la senzorul sau grupurile de senzori **(Pmts)** pentru zona metatarsiană și de asemenea preia datele de la un senzor de accelerație tridimensional **(10)** și de la un senzor giroscopic **(11)** și stochează aceste date într-o memorie **(12)** iar periodic datele sunt transferate către dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **(1)** care are rolul și de master în protocolul de comunicații de date, comunicație având loc prin intermediul modulelor radio **(RF1)** și **(RF2)**; Transferul și stocarea datelor se face în mod sincron prin raportarea la un modul de monitorizare cu precizie a timpului **(RTC2)**.

5. Dispozitiv de monitorizare posturală **(3)** conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că este alcătuit dintr-o unitate de achiziție, procesare și comunicații a datelor **(UAPC3)** care preia niște date de altitudine de la un senzor altimetric **(13)** și de asemenea preia niște date accelerometrice de la un senzor de accelerație **(14)** și niște date giroscopice de la un senzor giroscopic **(15)** precum și niște date de temperatură de la un senzor de temperatură **(16)** și niște date de umiditate de la un senzor de umiditate **(17)**, datele achiziționate sunt stocate într-o memorie **(18)** în mod sincron prin raportarea la un modul de monitorizare cu precizie a timpului **(RTC3)** și de asemenea datele sunt transmise prin intermediul modulului radio **(RF3)** spre dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **(1)** care are și rolul de master în protocolul de comunicații.

6. Program de calculator caracterizat prin aceea că rulează în unitatea de achiziție și procesare **(UAPC1)** a dispozitivului de monitorizare posturală și a

mersului pentru piciorul drept **(1)** ce este implementat, conform invenției, ca o succesiune de operații după cum urmează: lansarea în execuție a programului, reprezentată prin eticheta **a1** urmată de inițializarea microcontrolerului și a perifericelor, reprezentată prin eticheta **b1**, citirea datelor accelerometrice și giroscopice, reprezentată prin eticheta **d1**, citirea datelor de presiune din regiunile plantare (calcanare, tarsiene și metatarsiene) reprezentată prin eticheta **e1**, compararea parametrilor (acelerației, rotații, forțe) cu valorile de prag limită specifice consemnării unui eveniment, reprezentată prin eticheta **f1**, astfel încât dacă a fost consemnat un eveniment se vor recepționa datele de la dispozitivele conectate la dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **(1)**, aceste dispozitive fiind dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul stâng **(2)** și dispozitivul de monitorizare posturală **(3)**, această operație este reprezentată prin eticheta **g1**, iar dacă semnalele trimise de aceste dispozitive scot în evidență apariția unui eveniment, această condiționare fiind reprezentată prin eticheta **h1**, atunci dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **(1)** va valida existența unui eveniment (cum ar fi un eveniment de cădere), această operație este reprezentată prin eticheta **j1**, și va trimite un semnal de avertizare precum și datele specifice parametrilor de mers și posturali către aplicația dispozitivului mobil și către aplicația server, operație indicată prin eticheta **k1**; în mod necondiționat de existența unor evenimente datele parametrice sunt salvate în memorie, această operație este reprezentată prin eticheta **m1**; dacă s-a ajuns la o valoare prestabilită a unei perioade, această operație este reprezentată de eticheta **n1**, se efectuează o sincronizare în timp a tuturor dispozitivelor prin trimiterea unui mesaj de sincronizare de către dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **1**, această operație este reprezentată prin etichetele **o1** și se trimit datele spre aplicația mobilă, această operație este reprezentată de eticheta **p1**; bucla se repetă prin reluarea operației de citire a datelor ce este reprezentată prin eticheta **d1**.

7. Program de calculator, conform revendicării 6, caracterizat prin aceea că rulează în unitatea de achiziție și procesare **(UAPC1)** a dispozitivului de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept **(1)** și evaluează variația semnalelor accelerometrice, giroscopice și de presiune cu scopul de a detecta evenimentele de cădere ale utilizatorului **(4)** după cum urmează: dacă valorile semnalelor de accelerație și giroscopice variază brusc astfel încât în urma acestor variații

accelezațiile az specifice axei verticale ajung de la valori de la aproximativ 1g la valori de aproximativ 0g și dacă valorile presiunilor plantare scad brusc și ajung la valori aproximativ egale cu zero și dacă senzorul de altimetrie indică scăderi bruște de altitudine atunci se va valida un eveniment de cădere ceea ce va determina trimiterea unor mesaje către dispozitivul mobil și către server.

8. Programul de calculator caracterizat prin aceea că rulează în unitatea de procesare a dispozitivului mobil **DM** este implementat, conform invenției, ca o succesiune de operații după cum urmează: lansarea în execuție a programului, reprezentată prin eticheta **a4** urmată de inițializarea parametrilor aplicației mobile (**safeGait\_app**), reprezentată prin eticheta **b4**, recepționarea datelor de evenimente de la dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept (**1**) sau de la server (**5**), reprezentată prin eticheta **c4**, dacă este identificat un eveniment de cădere, această operație de condiționare este reprezentată prin eticheta **d4**, se vor lansa semnale de avertizare acustică și prin imagini către un utilizator al programului, această operație este reprezentată de eticheta **e4** astfel încât acesta să poată interveni în vederea acordării primului ajutor și de asemenea se poate opta pentru trimiterea automată a unui semnal către numărul unic al serviciului de urgență, această operație este reprezentată de eticheta **f4**; în mod necondiționat de existența unor evenimente datele parametrice (accelerometrice, giroscopice, c de presiune, de altitudine, de altitudine și de umiditate) sunt recepționate recepționate de către dispozitivul mobil (**DM**), de la server (**5**) sau de la dispozitivul de monitorizare posturală și a mersului pentru piciorul drept (**1**) și sunt salvate într-o memorie locală, aceste operații sunt reprezentate de către eticheta **g4**.

9. Program de calculator, conform revendicării 8, caracterizat prin aceea că efectuează calculul valorilor presiunilor plantare pentru fiecare picior, după cum urmează: suma presiunilor plantare pentru piciorul drept va fi egală cu suma presiunilor individuale generate de către grupurile de senzori din zona calcanară a piciorului drept  $P_{cd}$ , de către grupurile de senzori din zona tarsiană a piciorului drept  $P_{td}$  și de către grupurile de senzori din zona metatarsiană a piciorului drept  $P_{mtd}$  după relația:  $S_{pres\_d} = s_{Pcd} + s_{Ptd} + s_{Pmtd}$  și în același mod se determină suma presiunilor plantare pentru piciorul stâng ca fiind:  $S_{pres\_s} = s_{Pcs} + s_{Pts} + s_{Pmts}$ , aceste operații de calcul sunt reprezentate prin eticheta **h4**;

10. Program de calculator, conform revendicării 8, caracterizat prin aceea că efectuează calculul valorilor presiunilor plantare pentru fiecare picior, după cum

urmează: dacă este identificată o poziție verticală a utilizatorului (4), prin compararea valorilor presiunilor plantare  $S\_pres\_d$  și  $S\_pres\_s$  cu niște valori de referință față de care sunt mai mari și dacă valorile accelerațiilor indicate de către senzorii de accelerație ai dispozitivelor posturale 1, 2, 3 indică valorile accelerațiilor verticale egale aproximativ cu accelerația gravitațională iar valoarea altimetrică este mai mare decât o valoare de prag sau față de valoarea indicată de un senzor altimetric ce poate fi montat în încălțăminte sau în îmbrăcăminte, această operație de calcul și de comparație este reprezentată prin eticheta j4, atunci programul va valida poziția verticală prin afișarea grafică a unui personaj ce are o poziție verticală (stând în picioare, figura ...), această operație este reprezentată de eticheta k4;

11. Program de calculator, conform revendicării 8, caracterizat prin aceea că efectuează calculul valorilor presiunilor plantare pentru fiecare picior, după cum urmează: dacă este identificată o poziție "stând pe scaun" a utilizatorului 4 prin compararea valorilor presiunilor plantare  $S\_pres\_d$  și  $S\_pres\_s$  cu niște valori de referință față de care sunt mai mici și dacă valorile accelerațiilor indicate de către senzorii de accelerație ai dispozitivelor posturale indică valorile accelerațiilor verticale egale aproximativ cu accelerația gravitațională iar valoarea altimetrică indicată de senzorul de altitudine 13 este mai mică decât o valoare de prag sau mai mare față de valoarea indicată de un senzor de altitudine ce poate fi montat în încălțăminte sau în îmbrăcăminte, această operație de condiționare este reprezentată prin eticheta m4, atunci programul va valida poziția "stând pe scaun" prin afișarea grafică a unui personaj ce are o poziție de stat pe scaun (figura ...), această operație este reprezentată prin eticheta n4;

12. Program de calculator, conform revendicării 8, caracterizat prin aceea că efectuează calculul valorilor presiunilor plantare pentru fiecare picior, după cum urmează: dacă este identificată o poziție "stând culcat" a utilizatorului (4) prin compararea valorilor presiunilor plantare  $S\_pres\_d$  și  $S\_pres\_s$  cu niște valori de referință față de care acestea sunt mai mici și dacă valorile accelerațiilor indicate de către senzorii de accelerație ai dispozitivelor posturale indică valorile accelerațiilor verticale egale aproximativ cu zero iar valoarea altimetrică indicată de senzorul de altitudine (13) este mai mică decât o valoare de prag sau aproximativ egală cu valoarea indicată de un senzor de altitudine ce poate fi montat în încălțăminte sau în îmbrăcăminte, această operație de condiționare este reprezentată prin eticheta o4,



atunci programul va valida poziția “stând culcat” prin afișarea grafică a unui personaj ce are o poziție de “stat culcat”, această operație este reprezentată prin eticheta **p4**;

13 Program de calculator, conform revendicării 8, caracterizat prin aceea că efectuează calculul valorilor presiunilor plantare pentru fiecare picior, după cum urmează: dacă este identificată o acțiune de mers a utilizatorului (**4**), prin analiza variațiilor accelerațiilor pe axele verticale și orizontale astfel încât o variație periodică, succesivă și conjugată a accelerațiilor  $azd$  și  $axd$  pentru piciorul drept și a accelerațiilor  $azs$  și  $axs$  pentru piciorul stâng, aceste variații putând fi corelate și de variațiile presiunilor plantare măsurate de senzorii de presiune, această operație fiind reprezentată prin eticheta **r4**, se va afișa pe display un personaj virtual care pășeste, ceea ce indică acțiunea de mers a utilizatoului 4, această operație fiind reprezentată prin eticheta **s4**;

14. Program de calculator, conform revendicării 8, caracterizat prin aceea că efectuează calculul valorilor presiunilor plantare pentru fiecare picior, după cum urmează: dacă este identificată o acțiune de modificare a poziției utilizatorului (**4**), prin analiza variațiilor accelerațiilor pe axele verticale și orizontale astfel încât valorile acestora să se modifice cu cel puțin 0.7 g, g fiind accelerația gravitațională iar senzorii giroscopici să indice modificări ale unghiurilor cu cel puțin  $45^{\circ}$ , aceste variații putând fi corelate și de variațiile presiunilor plantare măsurate de senzorii de presiune, această operație fiind reprezentată prin eticheta **t4**, se va afișa pe display un personaj virtual care își modifică poziția corespunzător modificării datelor parametrice, această operație fiind reprezentată prin eticheta **u4**, astfel încât dacă accelerația  $azd$  crește și se apropie de valoarea g atunci va fi indicată o modificare de la poziția orizontală la poziția verticală, dacă accelerația  $azd$  scade și se apropie de valoarea zero atunci va fi indicată o modificare de la poziția verticală la poziția orizontală iar dacă presiunile plantare cresc simultan și nu se observă o modificare semnificativă a valorilor accelerației  $azd$ , aceasta având valoarea aproximativ egală cu g atunci va fi indicată o modificare de la poziția de stat pe scaun la poziția stat în picioare; modificarea poziției poate fi semnalizată acustic, haptic sau luminos prin activarea unei opțiuni în meniul de funcționare a aplicației **safeGait\_app**, această operație fiind reprezentată de eticheta v4.

15. Dacă se optează pentru vizualizarea istoricului activităților corespunzătoare unei anumite perioade se va reda o succesiune de poziții și acțiuni în care personajul virtual va lua diverse poziții cum ar fi: “stând în picioare”, “stând pe

scaun”, “stând culcat” și va efectua diverse acțiuni, cum ar fi mersul și de asemenea se vor semnala anumite evenimente cum ar fi căderile sau dezechilibrul indicându-se perioadele calendaristice (an, luna, zi, ora, minut) la care acestea au avut loc, această operație este reprezentată de figura y4 și se va calcula un coeficient al activităților zilnice atribuindu-se procentual câte o valoare fiecărei activități, această operație fiind reprezentată de eticheta z4.

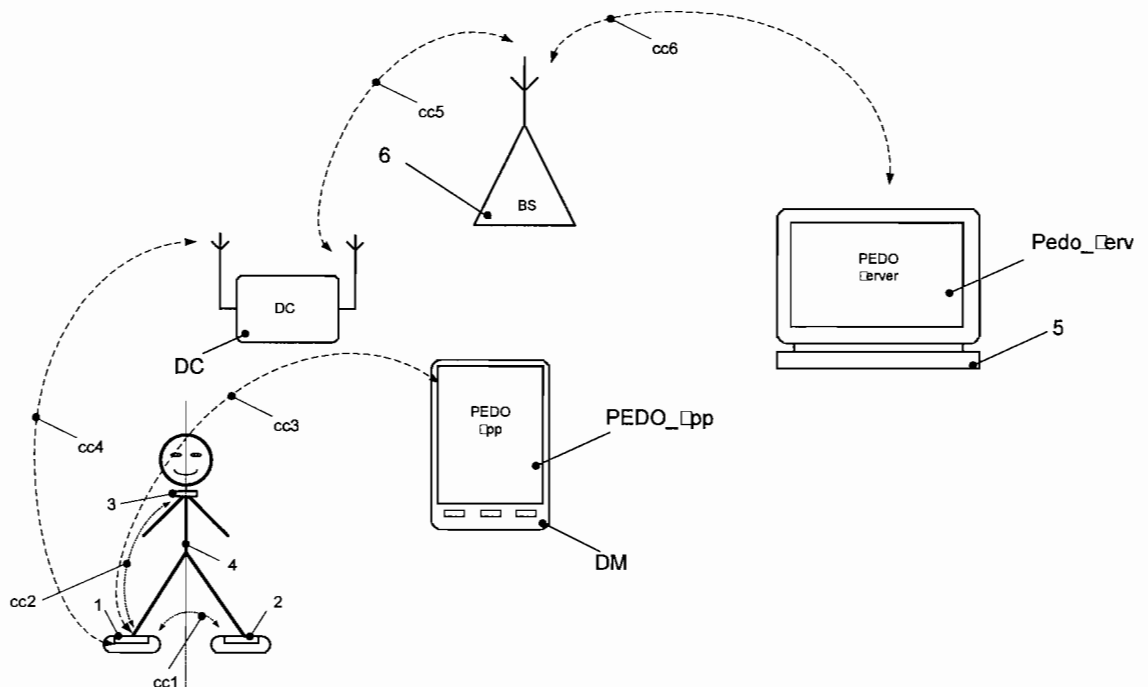


Figura 1

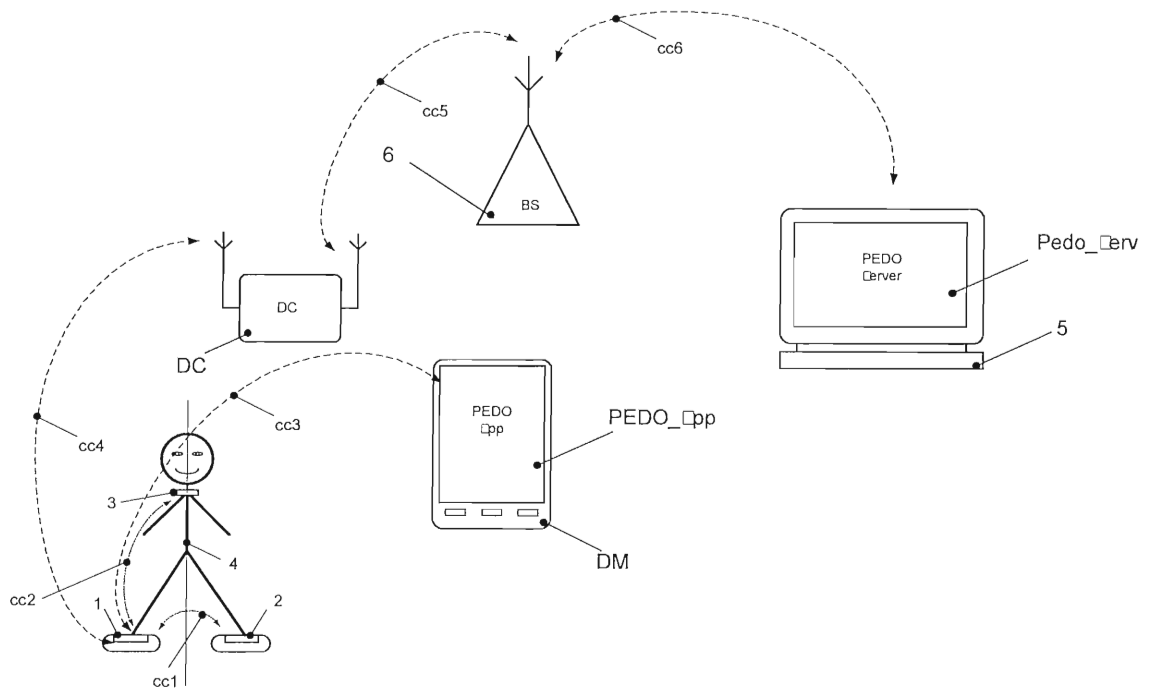


Figura 1

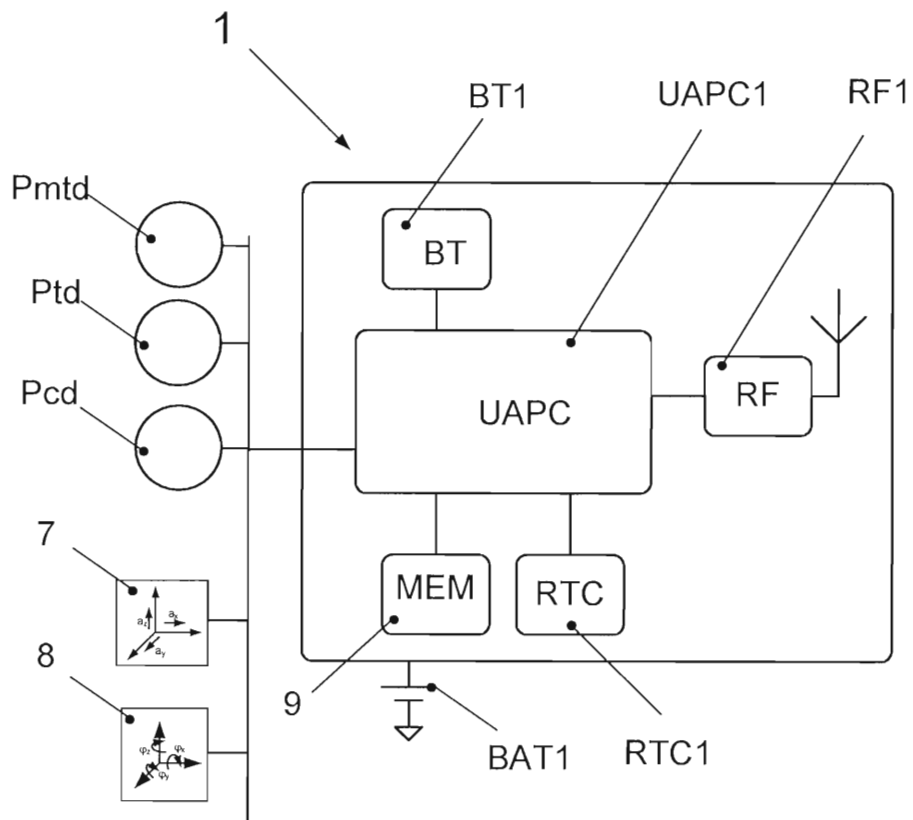


Figura 2

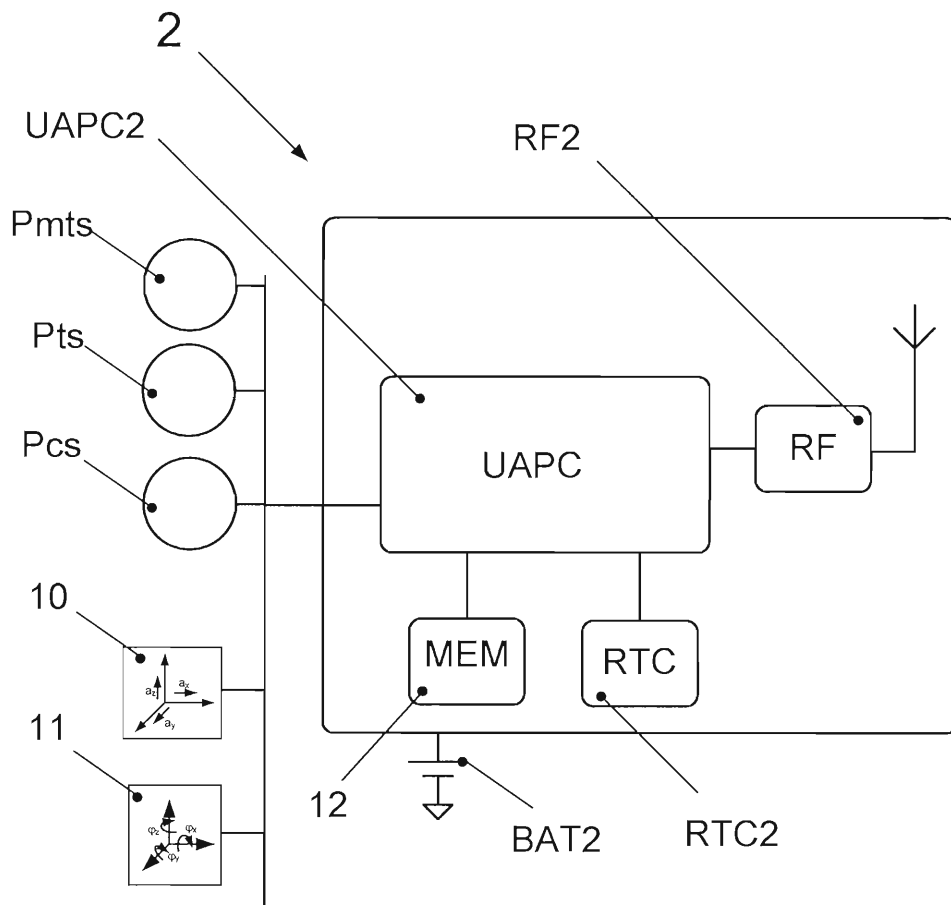


Figura 3

3A

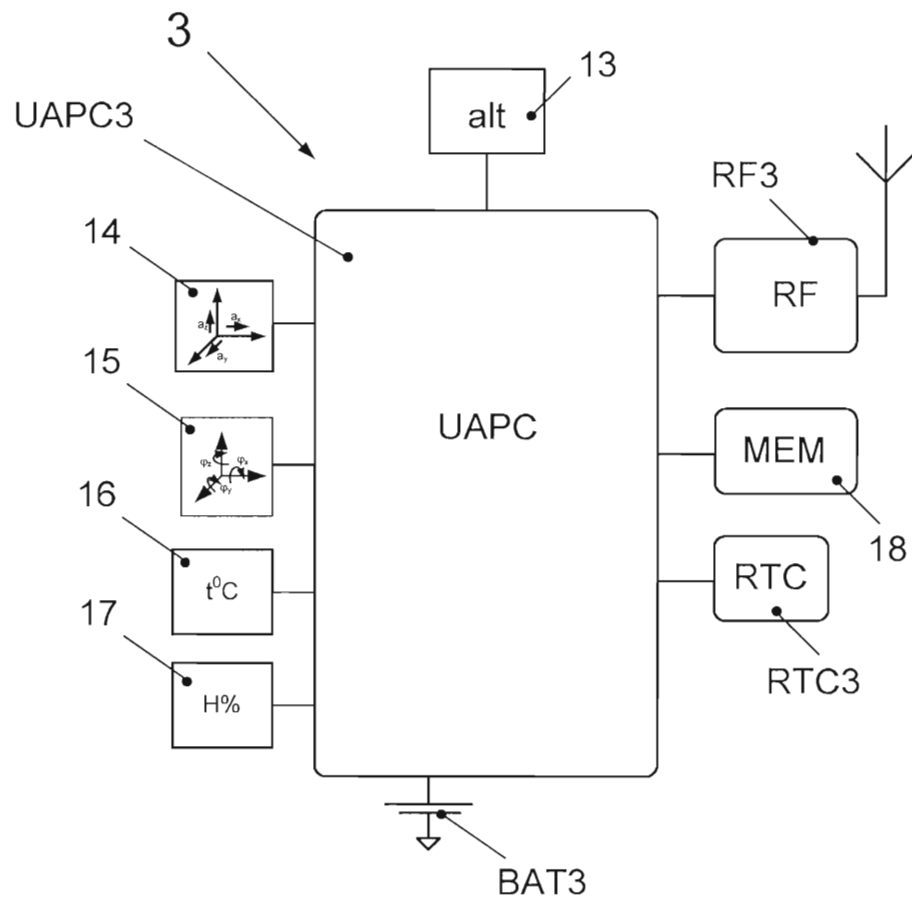


Figura 4

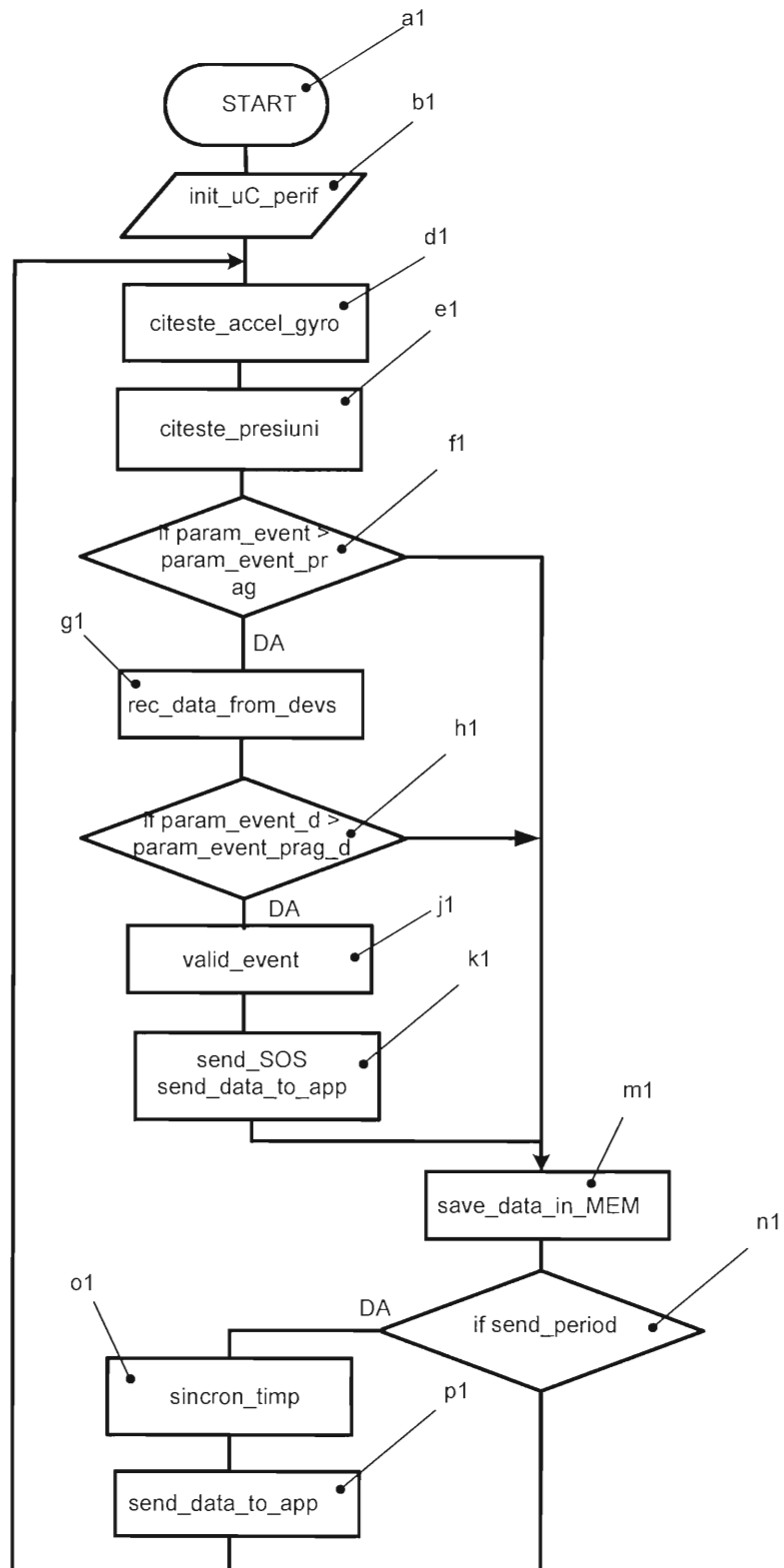


Figura 5

3x

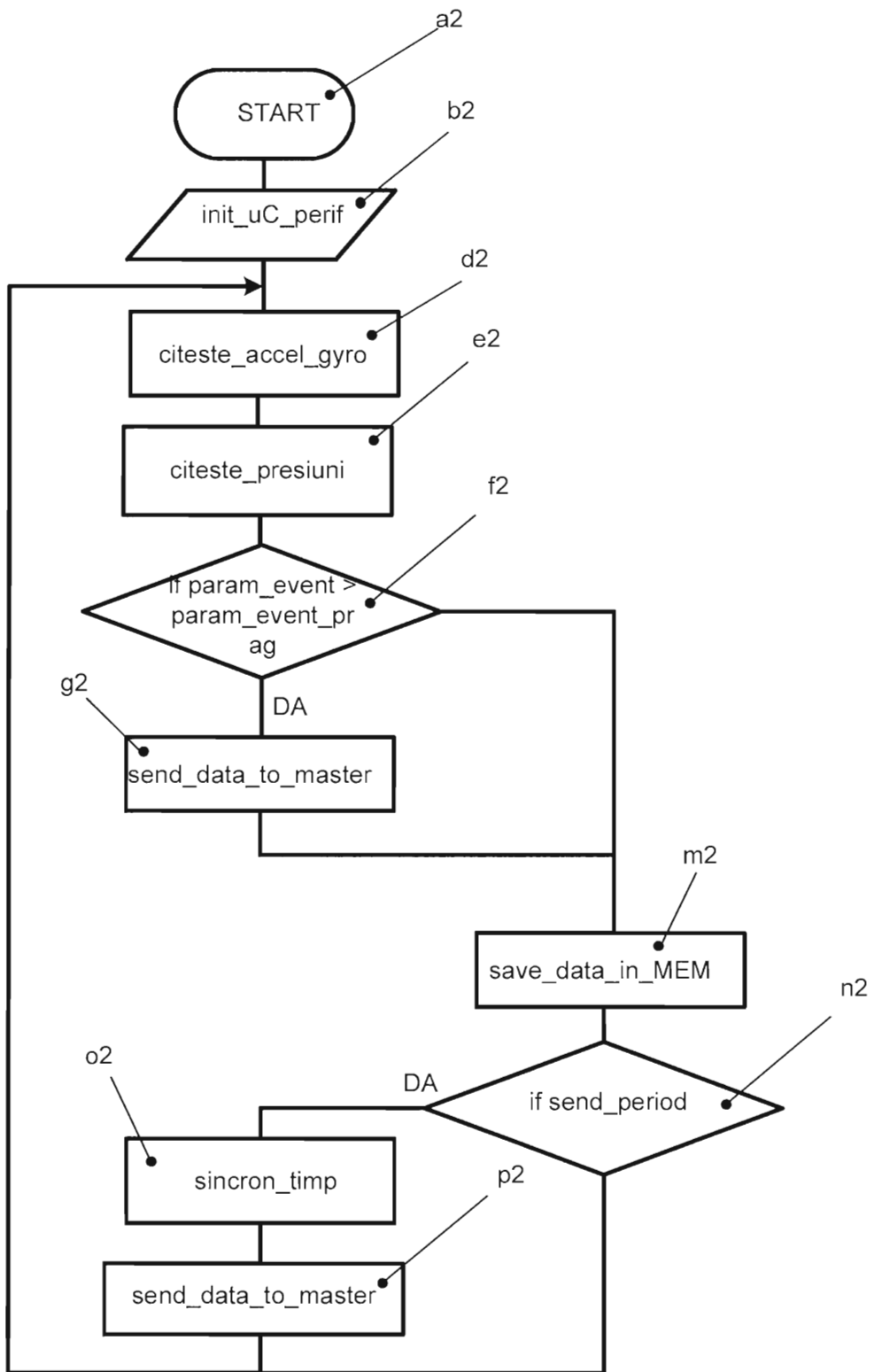


Figura 6



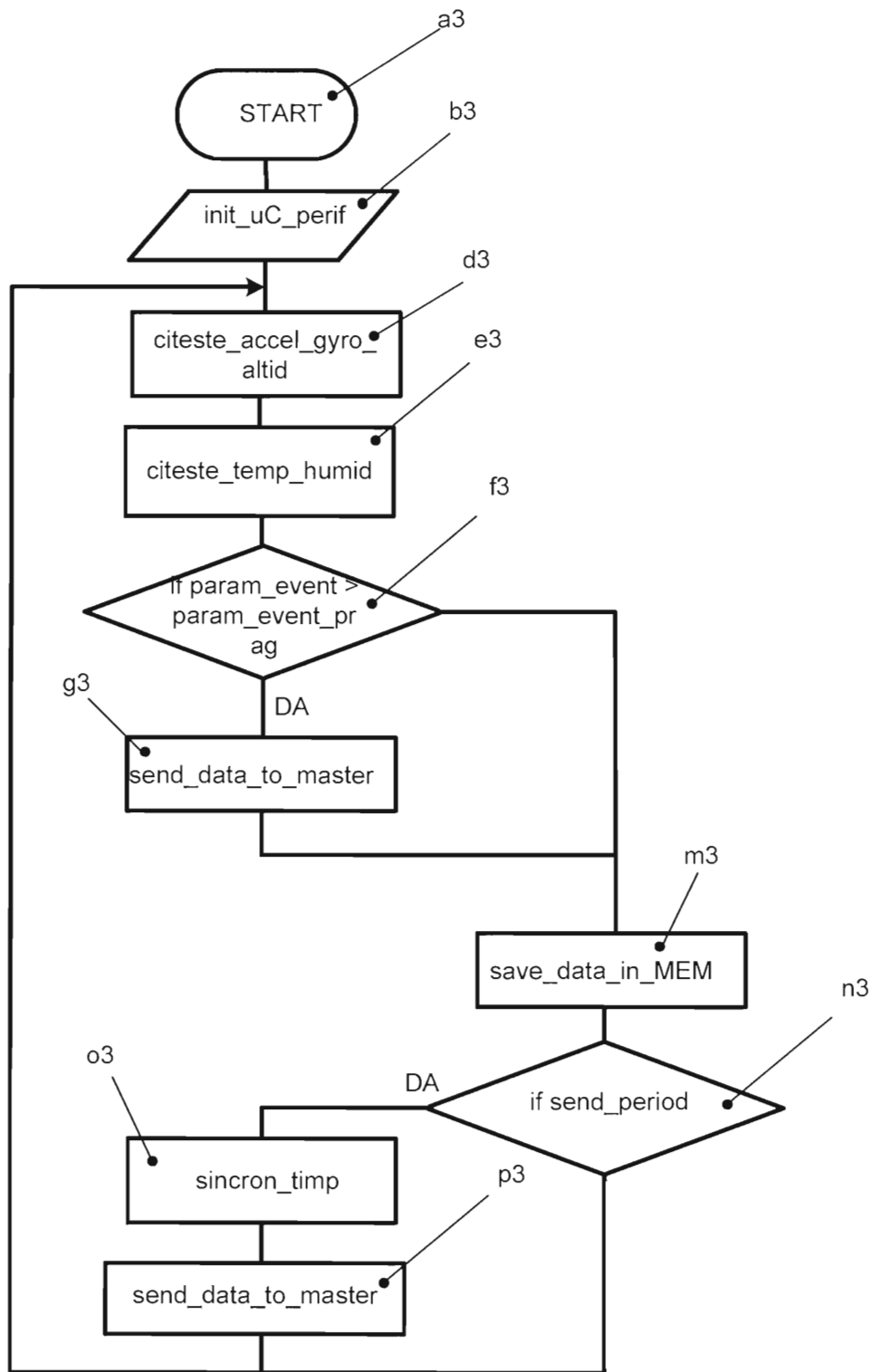


Figura 7

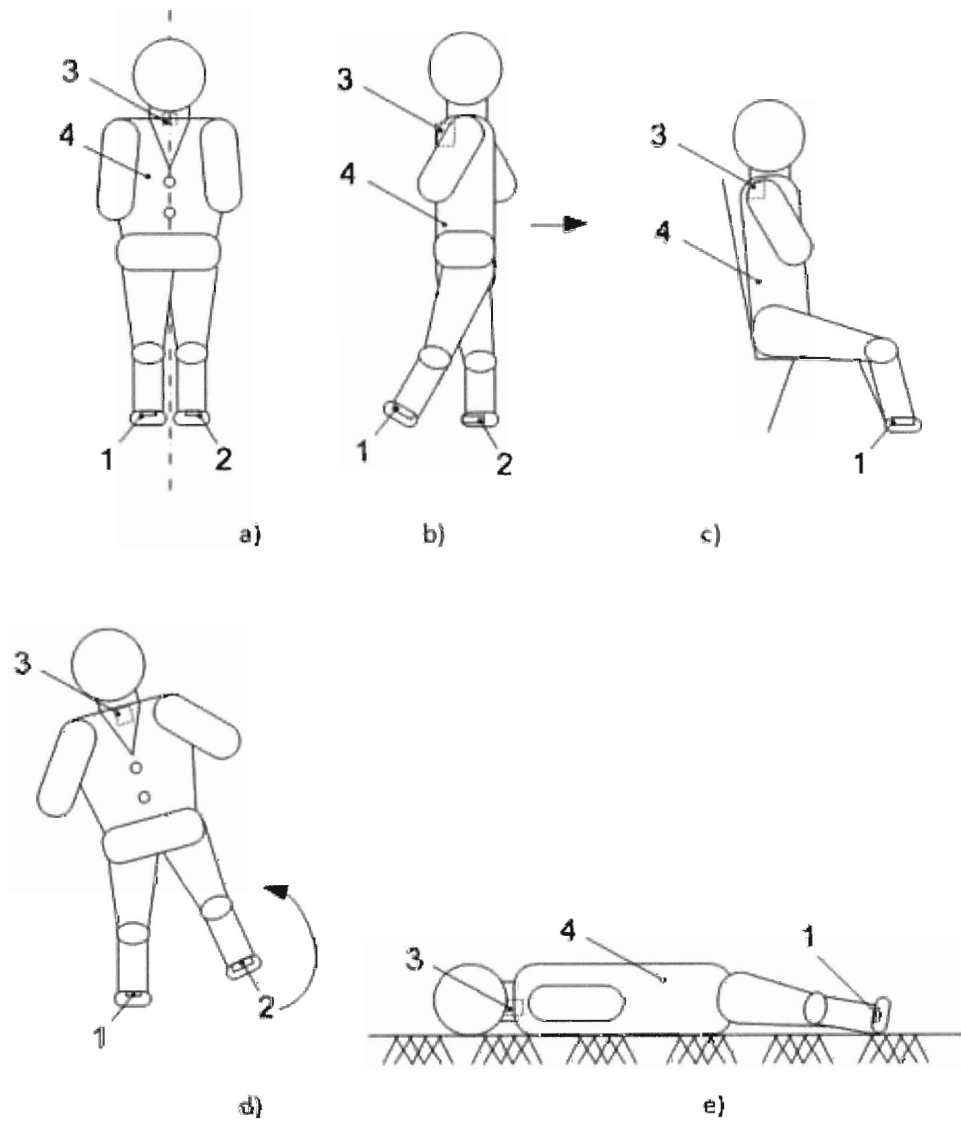


Figura 8

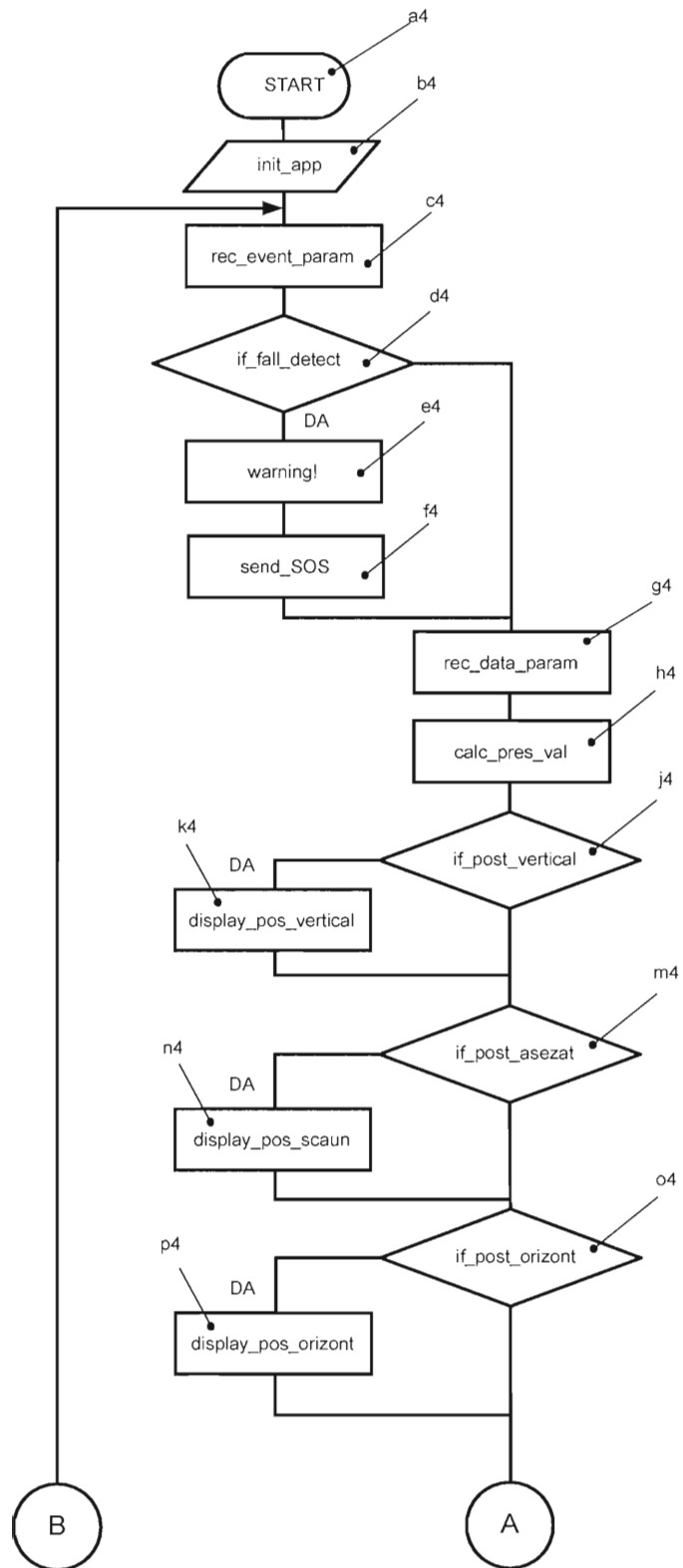


Figura 9a

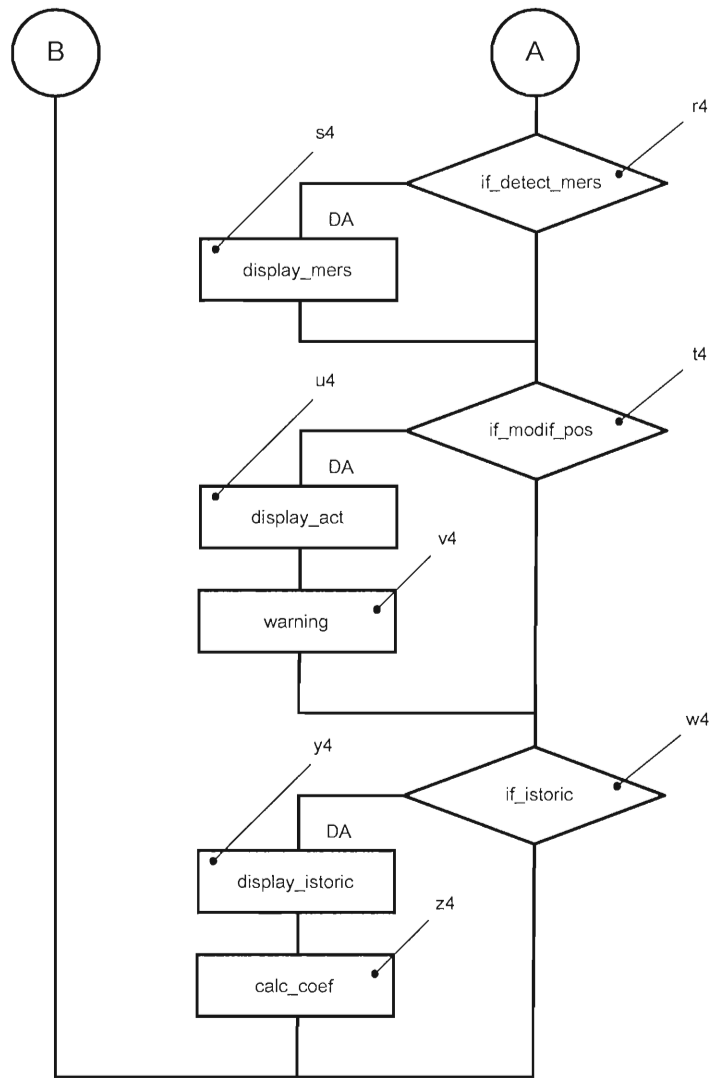


Figura 9b

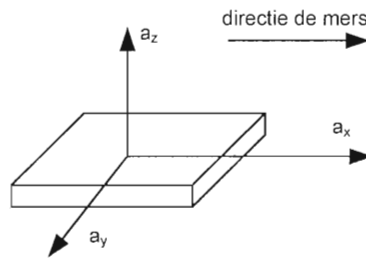


Figura 10a

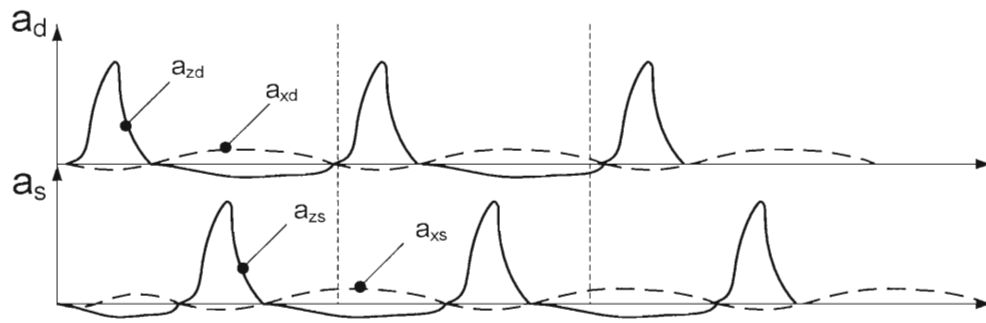


Figura 10b