

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2023 00161

(22) Data de depozit: 03/04/2023

(41) Data publicării cererii:  
29/03/2024 BOPI nr. 3/2024

(71) Solicitant:  
• INNOVA MOTION SENSORS S.R.L.,  
CALEA CHIȘINĂULUI, NR.29, CORP C40,  
ET.1, CAMERA 5/1, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:  
• HĂGAN MARIUS GHEORGHE,  
STR.PRINCIPALĂ, VĂLENII ȘOMCUȚEI,  
MM, RO;  
• AGHION CRISTIAN, STR.PARCULUI  
NR.8, BL. E24, SC.A, ET.1, AP.7, IAȘI, IS,  
RO

## (54) SISTEM ASISTIV PENTRU MERS

### (57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem asistiv pentru mers care ajută un utilizator în timpul mersului prin aceea că îl susține, în funcție de capacitatea de implicare a sistemului locomotor al acestuia, diminuează riscul de cădere și generează informații despre evoluția calității mersului. Sistemul conform invenției este alcătuit dintr-un cadru (1) de mers, pe roți sau pășitor, care are atașate două dispozitive (2 și 3) de susținere axilară și un dispozitiv (4) de susținere a șezutului, astfel încât utilizatorul va fi susținut în permanență, chiar și atunci când se află în incapacitate de a-și menține echilibrul. Fiecare picior al cadrului (1) de mers este dotat cu câte un senzor (14, 15, 16, 17) de forță, alți senzori (11, 12, 13) de forță și/sau presiune fiind plasați în zonele axilare de susținere, precum și în zona de susținere a șezutului și, de asemenea, determinarea forțelor de susținere plantară se face cu ajutorul unor senzori încorporați în niște elemente de încălțăminte (5 și 6). Sistemul conform invenției poate distribui forțele pe cele trei zone de susținere cu ajutorul unui dispozitiv (18) de distribuție a forțelor, comandat prin intermediul unei aplicații, astfel încât, prin acționarea unor motoare, cadrul (1) se va extinde crescând forțele de susținere axială și coccigiană și vor scădea forțele de susținere plantară sau se va comprima, scăzând forțele de sus-

ținere axilară și coccigiană, care sunt dezvoltate în mod artificial de sistemul de mers adaptiv, și va crește forța de susținere plantară dezvoltată de aparatul locomotor al utilizatorului.

Revendicări: 5  
Figuri: 3

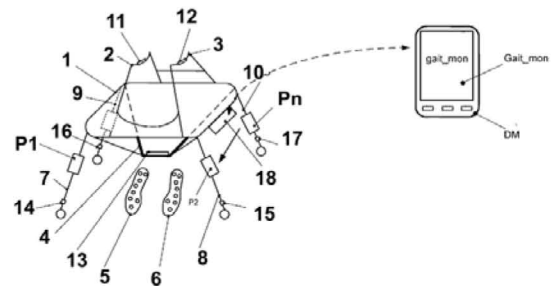


Fig. 1

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. .... 2023 00161
Data depozit .... 03-04-2023

## Sistem asistiv pentru mers

Invenția se referă la un sistem asistiv pentru mers care ajută utilizatorii în timpul mersului printr-o susținere asistivă, în funcție capacitatea de implicare a sistemului locomotor (mușchi, articulații, oase), diminuează riscul de cădere și generează informații despre evoluția calității mersului.

Brevetul EP3695822A1 cu titlul "GAIT ASSISTIVE DEVICE" dezvăluie o soluție tehnică dedicată îmbunătățirii calității mersului prin compensarea mișcării articulațiilor cu niște mecanisme ce preiau parțial forțele de reacțiune dintre picior și podea. Un dezavantaj al acestei soluții tehnice este acela că nu dă informații despre gradul de disponibilitate a piciorului în timpul mersului. Un alt dezavantaj este lipsa unui dispozitiv de reglare al gradului de asistență în timpul mersului.

O soluție tehnică ce dezvăluie un sistem asistiv activ sub forma unui exoschelet este dezvăluită în brevetul US2021298984A1 cu titlul "Powered gait assistance systems". Sistemul asistiv este alcătuit dintr-un mecanism ce este montat în paralel cu piciorul unui pacient, acest mecanism fiind acționat de unul sau mai multe motoare iar poziția și distribuția de forțe sunt determinate de către niște senzori de torsiune și senzori unghiulari. Este lesne de înțeles că ambele picioare ale unui pacient pot beneficia de asistența unui asemenea sistem numai că această soluție tehnică nu este aplicabilă pentru utilizatorii care au un grad ridicat de afecțiuni locomotorii existând riscul de cădere.

Cererea de brevet US20190240103A1 cu titlul "Exoskeletal gait rehabilitation device" prezintă un dispozitiv de reabilitare sub forma unui exoschelet care se montează în paralel cu membrul inferior al unui utilizator și dezvoltă niște forțe complementare de susținere în timpul mersului. Monitorizarea forțelor dezvoltate de către exoschelet și măsurarea unghiurilor dintre elementele acestuia se fac cu niște senzori iar pe baza datelor generate de acești senzori se determină un coeficient de calitate a mersului ("gait quality measure - GQM"). Dezavantajul acestei soluții tehnice constă în neluarea în considerare a forțelor plantare care dau informații

despre capacitatea utilizatorului de a-și susține greutatea cu ajutorul propriului aparat locomotor.

Sistemul asistiv pentru mers este alcătuit dintr-un cadru de mers, pe roți sau pășitor, care are atașate două dispozitive de susținere axilară și un dispozitiv de susținere a șezutului astfel încât utilizatorul va fi susținut în permanență chiar și atunci când se află în incapacitatea de a-și menține echilibrul. Fiecare picior al cadrului de mers este dotat cu câte un senzor de forță, de asemenea alți senzori de forță și/sau presiune se plasează în zonele axilare de susținere precum și în regiunea coccigiană.

Echipamentul de mers asistiv mai poate să aibă funcționalitatea de locomoție artificială pentru situația în care utilizatorul nu este capabil să se deplaseze.

Avantajele invenției sunt următoarele:

- oferă siguranță utilizatorului în ceea ce privește menținerea echilibrului
- asigură sprijin de susținere pe măsura nevoilor utilizatorului monitorizând raportul dintre forțele de susținere axilare, coccigiene și forțele de susținere plantare
- monitorizează evoluția calității mersului prin analiza semnalelor generate de către senzorii de forță/presiune montați în niște platforme pedometrice.

Se dă, în continuare, o variantă de realizare a invenției, în legătură și cu figurile 1...3 care reprezintă:

Figura 1: Schema sistemului asistiv pentru mers

Figura 2: Schema dispozitivului de distribuție de forțe

Figura 3: Schema modului de achiziție și transfer de date

Sistemul asistiv pentru mers este alcătuit, conform invenției, dintr-un cadru de mers **1** față de care este atașat un dispozitiv de susținere axilară a brațului drept **2** și un dispozitiv de susținere axilară a brațului stâng **3** și de asemenea este atașat un dispozitiv de susținere coccigiană **4** astfel încât corpul unui utilizator va fi susținut în cele trei regiuni, axială dreaptă, axială stângă, coccigiană dar va beneficia și de o susținere plantară prin două dispozitive plantare, un dispozitiv plantar drept **5** și un dispozitiv plantar stâng **6**, distribuția forțelor de susținere fiind în funcție de capacitatea proprie de susținere a utilizatorului, considerându-se un grad de susținere maxim atunci când toată greutatea acestuia este suportată de către dispozitivele plantare iar un grad de susținere minim înseamnă o distribuție a

greutății utilizatorului pe zonele axilare și coccigiană iar forțele care acționează asupra dispozitivelor plantare sunt minime. Cadrul de mers **1** se sprijină pe cel puțin trei picioare, în exemplul de față este reprezentată o sprijinire pe patru picioare, pe un picior drept-față **7**, pe un picior stâng-față **8**, pe un picior drept-spate **9** și pe un picior stâng-spate **10**. Determinarea forțelor de susținere ale corpului utilizatorului se face prin intermediul unor senzori de forță sau de presiune ce sunt plasați în regiunile axilare sau coccigiană după cum urmează: de un senzor axilar drept **11**, ce este plasat pe dispozitivul de susținere axilară a brațului drept **2**, de un senzor axilar stâng **12** ce este plasat pe dispozitivul de susținere axilară a brațului stâng **3**, de un senzor coccigian **13** ce este plasat pe dispozitivul de susținere coccigiană **4**, de asemenea determinarea forțelor de susținere plantară se face de către niște senzori de forță sau presiune ce sunt încorporați în niște elemente de încălțăminte cum ar fi branțuri, sandale sau pantofi. Forța de greutate a corpului utilizatorului va fi percepută ca suma forțelor de susținere axilară, coccigiană și plantară. Forța de greutate a corpului utilizatorului împreună cu forța de greutate a cadrului mobil pot fi măsurate prin intermediul unor senzori de forță ce sunt montați pe fiecare picior al cadrului mobil după cum urmează: un senzor de forță **14** pentru piciorul drept-față **7**, un senzor de forță **15** pentru piciorul stâng-față **8**, un senzor de forță **16** pentru piciorul drept-spate **9** și un senzor de forță **17** pentru piciorul stâng-spate **10**; Distribuția forțelor pe cele trei zone de susținere respectiv pe zonele axilare, pe zona coccigiană și pe zona plantară, se face cu ajutorul unui dispozitiv de distribuție a forțelor în zonele de susținere **18** astfel încât, prin acționarea unor motoare cadrul se va extinde sau se va comprima, atunci când se extinde vor crește forțele de susținere axilare și coccigiană și vor scădea forța de susținere plantară iar atunci când cadrul se comprimă vor scădea forțele de susținere axilare și coccigiană, ce sunt dezvoltate în mod artificial de către echipamentul de mers asistiv, și va crește forța de susținere plantară dezvoltată de către aparatul locomotor al utilizatorului. Dispozitivul de distribuție a forțelor în zonele de susținere **18** este alcătuit dintr-o unitate de comandă și control **19** care primește niște comenzi de la aplicația **gait\_mon** prin intermediul modulului radio **RF** și în funcție de aceste comenzi controlează motoarele **M1, M2, ..., Mn** prin intermediul modulului de curent mare **20**, astfel încât prin modificarea curselor unor actuatori liniari **P1, P2, ..., Pn** să se seteze corespunzător înălțimile dispozitivelor de susținere axilară respectiv a dispozitivului

de susținere coccigiană, prin această setare obținându-se o distribuție dorită a forțelor pe cele trei dispozitive de susținere amintite mai sus.

Datele de la senzorii echipamentului de mers asistiv sunt preluate prin intermediul unui modul de achiziție și transfer de date **21** (figura 3) care preia datele de la senzorul axilar drept **11**, de la senzorul axilar stâng **12**, de la senzorul coccigian **13** precum și de la senzorii platformei pedometrice pentru piciorul drept **PPD** și de la senzorii platformei pedometrice pentru piciorul stâng **PPS** și transmite aceste date sub forma unui pachet de date spre dispozitivul mobil **DM** prin intermediul unui modul de comunicație radio **mRF**. De asemenea acest pachet de date mai poate să încorporeze date și de la alți senzori cum ar fi senzorii de forță montați pe picioarele cadrului de mers.

Programul de calculator care rulează pe dispozitivul mobil în aplicația **gait\_mon** prevede două moduri de lucru, într-un prim mod de lucru programul face o evaluare a parametrilor locomotorii ai utilizatorului sistemului; într-un al doilea mod de lucru programul generează secvențe de antrenare pentru îmbunătățirea parametrilor locomotorii ai utilizatorului; programul de calculator este prezentat ca și o succesiune de operații după cum urmează: lansarea în execuție a programului, inițializarea parametrilor aplicației, recepționarea datelor de la senzorii axilari, coccigian și pedometrice, analiza opțiunii utilizatorului pentru evaluarea parametrilor de mers, astfel încât dacă se optează pentru această operație se vor calcula, pe baza datelor de la senzori, forțele axilare (forțele de contact dintre corpul utilizatorului și dispozitivele de susținere axilară), forța Fax\_d pentru piciorul drept respectiv forța Fax\_s pentru piciorul stâng, forța coccigiană Fcc (forța de contact dintre corpul utilizatorului și dispozitivul de susținere coccigiană) și forțele plantare (forțele cu care acționează tăpile picioarelor asupra dispozitivelor plantare), Fp\_d fiind forța plantară pentru piciorul drept iar Fp\_s este forța plantară pentru piciorul stâng, suma acestor forțe fiind egală cu forța de greutate a utilizatorului:  $F_{gu} = Fax\_d + Fax\_s + Fcc + Fp\_d + Fp\_s$ ; forțele axilare și coccigiană sunt forțe de susținere artificială dezvoltate de către echipamentul asistiv pentru mers pe când forțele plantare sunt forțe de susținere dezvoltate de către aparatul locomotor al utilizatorului. Evaluarea capacității de mers (QCM) se face prin raportarea valorilor forțelor artificiale și ale forțelor aparatului locomotor la valoarea totală a forței de greutate a utilizatorului. Se consideră o capacitate de mers integrală atunci când  $QCM = (Fp\_d + Fp\_s) / F_{gu} = 1$  și se consideră o capacitate de mers nulă atunci când

QCM = 0. Atunci când valoarea coeficientului QCM se află în intervalul 0...1 (cu valori diferite de 0 și 1) se consideră că utilizatorul are o capacitate de mers parțială. Valorile pentru coeficientul QCM se stochează într-o memorie și se vizualizează în aplicația **gait\_mon**. Dacă se optează pentru generarea unor secvențe de antrenare atunci, într-o primă etapă se evaluează valoarea coeficientului capacității de mers QCM pentru care utilizatorul reușește să se deplaseze relativ ușor iar apoi, în mod automat, se diminuează valorile forțelor de susținere artificială și implicit cresc forțele de susținere ale aparatului locomotor urmând ca utilizatorul să efectueze un exercițiu de mers și să se urmărească evoluția presiunilor plantare în timpul mersului prin analiza variațiilor de semnale din zonele calcanare, tarsiene și metatarsiene pentru toate fazele mersului ceea ce va da informații despre calitatea mersului; forțelor de susținere ale aparatului locomotor vor fi crescute atâta timp cât se menține o calitate satisfăcătoare a mersului; acești cicli se repetă periodic urmărindu-se evoluția în timp a coeficientului capacității de mers QCM.

## REVEDICĂRI

1. Sistem asistiv pentru mers caracterizat prin aceea că este alcătuit dintr-un cadru de mers (1) față de care este atașat un dispozitiv de susținere axilară a brațului drept (2) și un dispozitiv de susținere axilară a brațului stâng (3) și de asemenea este atașat un dispozitiv de susținere coccigiană (4) astfel încât corpul unui utilizator va fi susținut în cele trei regiuni, axială dreaptă, axială stângă, coccigiană dar va beneficia și de o susținere plantară prin două dispozitive plantare, un dispozitiv plantar drept (5) și un dispozitiv plantar stâng (6), distribuția forțelor de susținere fiind în funcție de capacitatea proprie de susținere a utilizatorului, considerându-se un grad de susținere maxim atunci când toată greutatea acestuia este suportată de către dispozitivele plantare iar un grad de susținere minim înseamnă o distribuție a greutății utilizatorului pe zonele axilare și coccigiană iar forțele care acționează asupra dispozitivelor plantare sunt minime

2. Sistem asistiv pentru mers, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că determinarea forțelor de susținere ale corpului utilizatorului se face prin intermediul unor senzori de forță sau de presiune ce sunt plasați în regiunile axilare sau coccigiană după cum urmează: de un senzor axilar drept (11), ce este plasat pe dispozitivul de susținere axilară a brațului drept (2), de un senzor axilar stâng (12) ce este plasat pe dispozitivul de susținere axilară a brațului stâng (3), de un senzor coccigian (13) ce este plasat pe dispozitivul de susținere coccigiană (4), de asemenea determinarea forțelor de susținere plantară se face de către niște senzori de forță sau presiune ce sunt încorporați în niște elemente de încălțăminte cum ar fi branțuri, sandale sau pantofi.

3. Sistem asistiv pentru mers, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că distribuția forțelor pe cele trei zone de susținere respectiv pe zonele axilare, pe zona coccigiană și pe zona plantară, se face cu ajutorul unui dispozitiv de distribuție a forțelor în zonele de susținere (18) astfel încât, prin acționarea unor motoare cadrul se va extinde sau se va comprima, atunci când se extinde vor crește forțele de susținere axilare și coccigiană și vor scădea forța de susținere plantară iar atunci

când cadrul se comprimă vor scădea forțele de susținere axilare și coccigiană, ce sunt dezvoltate în mod artificial de către echipamentul de mers asistiv, și va crește forța de susținere plantară dezvoltată de către aparatul locomotor al utilizatorului.

4. Program de calculator caracterizat prin aceea că rulează pe dispozitivul mobil în aplicația **gait\_mon** și prevede două moduri de lucru, într-un prim mod de lucru programul face o evaluare a parametrilor locomotorii ai utilizatorului sistemului; într-un al doilea mod de lucru programul generează secvențe de antrenare pentru îmbunătățirea parametrilor locomotorii ai utilizatorului; programul de calculator este prezentat ca și o succesiune de operații după cum urmează: lansarea în execuție a programului, inițializarea parametrilor aplicației, recepționarea datelor de la senzorii axilari, coccigian și pedometrici, analiza opțiunii utilizatorului pentru evaluarea parametrilor de mers, astfel încât dacă se optează pentru această operație se vor calcula, pe baza datelor de la senzori, forțele axilare (forțele de contact dintre corpul utilizatorului și dispozitivele de susținere axilară), forța Fax\_d pentru piciorul drept respectiv forța Fax\_s pentru piciorul stâng, forța coccigiană Fcc (forța de contact dintre corpul utilizatorului și dispozitivul de susținere coccigiană) și forțele plantare (forțele cu care acționează tăpile picioarelor asupra dispozitivelor plantare), Fp\_d fiind forța plantară pentru piciorul drept iar Fp\_s este forța plantară pentru piciorul stâng, suma acestor forțe fiind egală cu forța de greutate a utilizatorului:  $F_{gu} = Fax_d + Fax_s + Fcc + Fp_d + Fp_s$ ; forțele axilare și coccigiană sunt forțe de susținere artificială dezvoltate de către echipamentul asistiv pentru mers pe când forțele plantare sunt forțe de susținere dezvoltate de către aparatul locomotor al utilizatorului.

5. Program de calculator, conform revendicării 4, caracterizat prin aceea că efectuează evaluarea capacității de mers (QCM) prin raportarea valorilor forțelor artificiale și ale forțelor aparatului locomotor la valoarea totală a forței de greutate a utilizatorului; se consideră o capacitate de mers integrală atunci când  $QCM = (Fp_d + Fp_s) / F_{gu} = 1$  și se consideră o capacitate de mers nulă atunci când  $QCM = 0$ ; atunci când valoarea coeficientului QCM se află în intervalul 0...1 (cu valori diferite de 0 și 1) se consideră că utilizatorul are o capacitate de mers parțială.



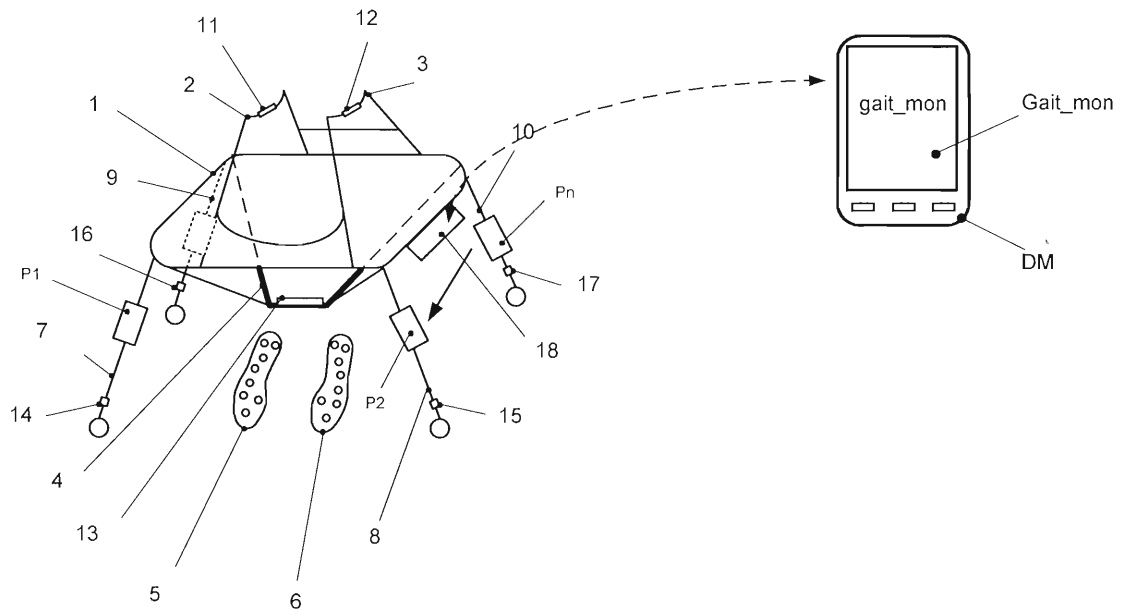


Figura 1

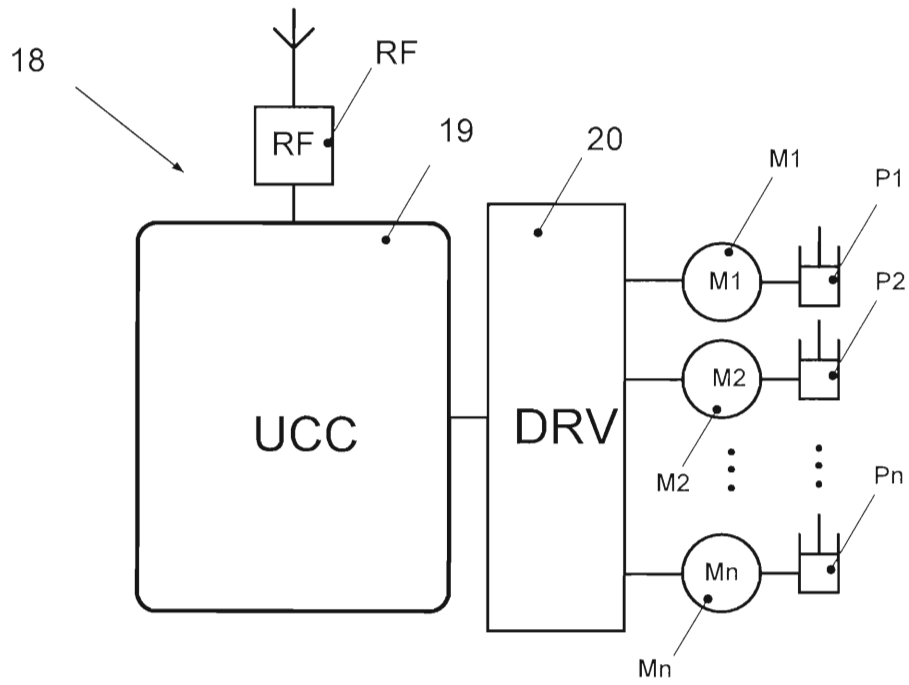


Figura 2

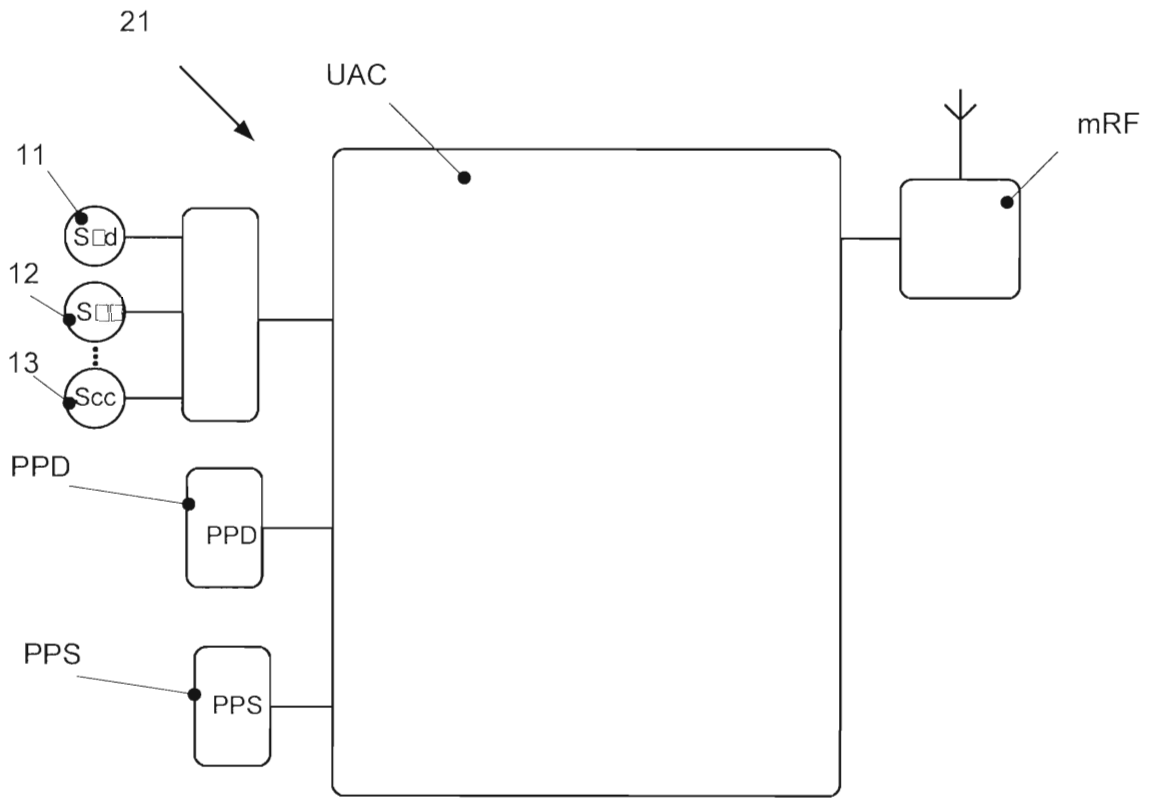


Figura 3