

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00134

(22) Data de depozit: 07.02.2013

(41) Data publicării cererii:
30.09.2014 BOPI nr. 9/2014

(71) Solicitant:
• ASTI AUTOMATION S.R.L.,
CALEA PLEVNEI NR. 139, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR. 313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• ION ION, STR. 9 MAI NR. 4 BL. 22 A SC. 1
AP. 41, BUCUREȘTI, B, RO;
• VASILE AURELIAN,
STR. STELIAN MIHALE NR. 13, BL. PM 93,
AP. 25, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;

• DINU CORNEL, STR. VICTORIEI NR. 6,
BL. 12, SC. B, ET. 1, AP. 7, CÂMPINA, PH,
RO;
• NICULA OCTAVIAN,
STR. CALEA APEDUCTULUI NR. 3,
BL. C4A, SC. 1, AP. 5, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• GAVAN MIRCEA,
STR. ELEV ȘTEFĂNESCU ȘTEFAN NR. 10,
BL. 465, SC. A, AP. 3, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;
• DUMITRU IULIA VASILICA,
STR. SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR. 202H,
BL. 2, SC. B, AP. 44, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) DISPOZITIV DE SESIZARE ȘI CONTROL AL MIȘCĂRII
ATAȘAT ROBOȚILOR PĂȘITORI LA SISTEMELE DE
DEPLASARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv de sesizare și control al mișcării prin forță, atașat roboților pășitori la extremitățile sistemelor de deplasare, în vederea realizării unui transport în siguranță a unor instalații tehnologice pe care le transportă pe un teren cu relief complicat. Dispozitivul conform invenției este un echipament hardware și software ce are două tipuri de senzori, de alunecare pe două axe și de forță, care, prin intermediul unui sistem microcontroler integrat, asigură o buclă de reglare a forței, pentru a o păstra la valori admisibile, controlând alunecarea tălpii, și este atașat unor picioare (1) ale unui robot, protejat de un burduf (2), și are în componență o sursă (6) de alimentare și distribuție cu fluid sub presiune, un regulator (5) proporțional de presiune, un modul (4) electronic de setare punct de referință, un regulator (8) de forță și un controler (7).

Revendicări: 2
Figuri: 8

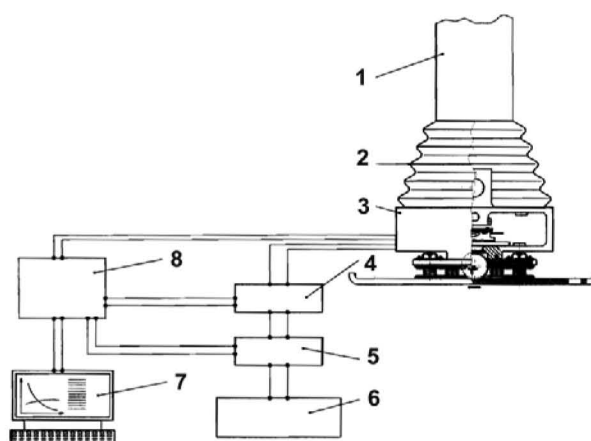


Fig. 1



Invenția se referă la un dispozitiv de sesizare și control al mișcării prin forță destinat echipării sistemelor de deplasare ale roboților pășitori care măsoară mărimile forțelor de contact și controlul alunecării tălpilor la contactul picioarelor cu solul asigurând stabilitatea și siguranța deplasării.

După cum se cunoaște prin folosirea robotului pășitor ca mijloc de transport, pe un teren cu relief neregulat sau cu capacitate portantă redusă, cum sunt solurile nisipoase și mlăștinoase, o parte din parametrii ce caracterizează însușirile lui dinamice pot fi supuși unor modificări, datorită complexității mediului în care evoluează ca și varietății misiunilor pe care trebuie să le îndeplinească în condiții de stabilitate a mișcării.

În atingerea obiectivului, o distribuție optimă a forțelor de reacțiune în punctele de sprijin trebuie făcută cu suficientă precizie și în timp real, fiind luată în considerare la stabilirea strategiei de deplasare, deoarece robotul pășitor trebuie să poată instrumenta o gamă variată de senzori.

Complexitatea mediului în care evoluează un robot pășitor și varietatea misiunilor pe care trebuie să le îndeplinească în condiții de stabilitate a mișcării, impun – printre altele – și achiziționarea unor informații complexe din lumea robotului și prelucrarea unor date neomogene, de natură diferită.

În cazul unei deplasări a robotului pășitor pe o suprafață orizontală plană, forțele de reacțiune \bar{N}_i din punctele de sprijin reprezintă soluțiile următorului sistem de ecuații de echilibru static:

$$\sum_i \bar{N}_i + \bar{N} = 0; \sum_i \bar{r}_i \times \bar{N}_i + \bar{M} = 0. \tag{1}$$

unde: \bar{N}_i este reacțiune normală din punctul de sprijin i ;

\bar{r}_i este vectorul de poziție al punctului de aplicație al forței de reacțiune normală \bar{N}_i , în raport cu sistemul de axe de coordonate anexat platformei robotului pășitor;

\bar{N} reprezintă rezultanta forțelor aplicate elementelor robotului pășitor;

\bar{M} este momentul resultant al forțelor aplicate elementelor sistemului de deplasare al robotului pășitor, calculat în originea sistemului de axe de coordonate anexat platformei.

Pentru determinarea poziției robotului, este necesar să se determine, în fiecare punct teoretic de sprijin al tălpilor, valorile componentelor forței de reacțiune dintre teren și picior, și anume:

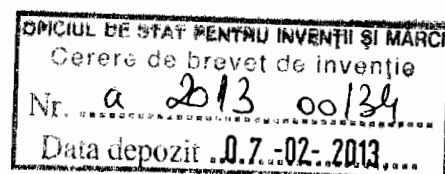
- componenta normală \bar{N} , perpendiculară pe suprafața terenului în punctul de contact (această forță trebuie să fie orientată în sus, deoarece componenta normală a forței cu care piciorul acționează asupra terenului în faza de sprijin, nu poate avea o componentă pozitivă de-a lungul normalei la teren;

- componenta tangențială \bar{T} , sau forța de frecare conținută în planul tangent la suprafața terenului în punctul de contact; mărimea acestui vector nu poate fi mai mare decât produsul dintre modulul componentei normale și coeficientul de frecare respectiv dintre sol și picior, în punctul de sprijin.

Dacă mărimea componentei tangențiale a forței de reacțiune depășește această limită, piciorul alunecă pe suprafața de sprijin până într-o poziție stabilă, în care mărimea acestei componente este egală sau se reduce sub limita menționată. Pentru fiecare picior există un domeniu, care cuprinde toate punctele de sprijin, în care este verificată inegalitatea - egalitate $\mu N \leq T$.

Localizarea obstacolelor trebuie făcută cu suficientă precizie, pentru a garanta ocolirea sau utilizarea lor în scopurile precizate și în timp real, deoarece robotul pășitor trebuie să poată instrumenta o gamă variată de senzori, cu și fără interacțiune, și să dispună de algoritmi sofisticati de planificare a mișcărilor.

Îndeplinirea misiunii, concretizată prin atingerea obiectivului, implică existența unui sistem multisenzorial.



Sunt cunoscute diferite soluții de măsurare a forțelor normale de reacțiune la roboții pășitori și în special bipezi dar soluțiile adoptate sunt complexe și nu rezolvă problemele complexe ale roboților pășitori (cu precădere cei modulari) la deplasarea acestora pe terenuri neamenajate transportând instalații tehnologice complexe în condiții de stabilitate și siguranță.

Dispozitivul de sesizare și control al mișcării prin forță atașat sistemelor de deplasare ale roboților pășitori conform invenției rezolvă fenomenul complex de alunecare (componenta tangențială), care prin cele două tipuri diferite de senzori (de alunecare pe două axe și de forță) controlate printr-un de un sistem micro-controller integrat (regulatorul de forță) permite adaptarea acestora la deplasarea pe un teren neamenajat.

Dispozitivul de sesizare și control al mișcării conform invenției permite sesizarea și măsurarea forțelor de contact cu solul printr-un traductor a cărui deformație a elementului elastic este provocată de o bilă care transmite contactul tălpii robotului pășitor cu solul sub sarcina ce revine piciorului din greutatea robotului și sarcinii suplimentare a instalațiilor tehnologice transportate și este măsurată modulul și direcția forțelor de contact cu ajutorul mărcilor tensometrice a căror deformări generează un semnal analogic prelucrat cu ajutorul regulatorului de forță.

Amplificarea semnalului analogic generat de mărcile tensometrice se face cu un amplificator de instrumentație diferențial specializat INA 125U asigurând la ieșire o gamă de tensiune de 0-2,5Vcc care este aplicată unui convertor analog digital de 12biti cea ce duce la o rezoluție teoretică de măsură a forței de $1/4096=0,02\%$ din FSR (full scale range).

Dispozitivul de sesizare și control al mișcării conform invenției permite sesizarea alunecării tălpii și implicit a robotului prin senzorul optic, care sesizează rostogolirea bilei pe două direcții în planul paralel cu talpa aflată în contact cu solul generând un semnal digital prelucrat de regulatorul de forță.

Măsurarea deplasării relative a piesei se face prin-un senzor optic fără contact fizic cu piesa ce asigură o rezoluție de măsură a deplasării de 1000dpi/inch respectiv o rezoluție de măsură 0,024mm.

Senzorul este bazat pe tehnologia LaserStream, care măsoară modificările poziției prin achiziționarea de imagini consecutive (cadre de interferență) și determină matematic direcția și amplitudinea mișcării. Acesta conține un sistem de achiziție de imagine (IAS), un procesor de semnal digital (DSP), precum și un port serial de tip SPI (Serial Peripheral Interface). IAS realizează imagini microscopice de suprafața prin intermediul fotodiodei și a sistemului de iluminare. Aceste imagini sunt procesate de către DSP pentru a determina direcția și distanța de mișcare. DSP-ul calculează valorile Δx și Δy relative de deplasare. Micro-controllerul sistemului DCX3080 citește informațiile Δx și Δy prin intermediul portului serial SPI.

Rezultanta acestei deplasări reprezintă ieșirea procesului reglat cu ajutorul unui regulator PID de presiune de tip incremental. Traductorul IAS se cuplează la conectorul CON1 al sistemului DCX3080.

Dacă alunecarea în timpul deplasării (mersul pe o pantă sau în lungul unei pante sau deplasarea pe terenuri alunecoase) afectează stabilitatea și siguranța robotului un sistem de pinteni care culisează în interiorul unor șuruburi speciale anulează acesta deplasare printr-un limitator mecanic sau un limitator (plunjer) acționat hidraulic sau pneumatic, după ce setul de arcuri preia o parte din sarcina ce revine unui picior la contactul cu solul.

Dispozitivul de sesizare și control conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- poate fi utilizat sub forma de kit pentru dotarea unor sisteme de deplasare din construcția roboților pășitori cu structuri ale picioarelor de tip RRT, RRR sau RTT sau a altor vehicule;
- soluția constructivă este simplă și compactă ușor de manevrat;
- costurile de realizare și implementare sunt relativ scăzute în raport cu eficiența acestui dispozitiv.

Invenția va fi prezentată în continuare în mod detaliat, în legătură cu figurile 1...8 care reprezintă:

-fig.1 reprezintă o schiță cu vedere de ansamblu și o secțiune (ruptură) a dispozitivului de sesizare și control al mișcării atașat extremităților picioarelor robotului, protejat de un burduf și are în componență sursa de alimentare și distribuție cu fluid sub presiune un regulator proporțional de presiune un modulul electronic de setare punct de referință, regulatorul de forță și PC controllerul;

-fig.2 reprezintă o secțiune a dispozitivului din fig.1;

-fig.3 reprezintă o secțiune A1 a detaliului A-A a dispozitivului din fig.1 varianta limitator cu șurub;

-fig.4 reprezintă o secțiune A2 a detaliului A-A a dispozitivului din fig.1 varianta limitator cu plunjer;

-fig.5 reprezintă o secțiune a detaliului B-B a dispozitivului din fig.1;

-fig.6 reprezintă o secțiune a dispozitivului din fig.2 când talpa piciorului calcă pe o suprafață plană fără să alunece;

-fig.7 reprezintă o secțiune a dispozitivului din fig.2 când talpa piciorului calcă pe o suprafață plană fără să alunecă;

-fig.8 reprezintă o secțiune a dispozitivului din fig.2 când talpa piciorului calcă pe o suprafață plană și alunecă.

Dispozitivul de sesizare și control al mișcării are în componență elementul elastic al traductorului de forță 1 pe care s-au lipit mărcile tensometrice 2 și senzorul optic 3 de tip AVAGO

Bila 19 prinsă între plăcuța specială 12 și locașul din talpa piciorului 16, este menținută în contact cu acestea prin intermediul șuruburilor speciale 15, care mențin în faza de ridicare a piciorului tensionate arcurile 14. Șuruburile 17 fixează placa inferioară de ghidare a arcurilor 18 de talpa 16.

Prin intermediul șurubului 4 prins de placa suport 9, este reglată cursa plăcuții 5 care limitează cursa pintenilor 11 la contactul tălpii cu solul sub greutatea robotului ce-i revine piciorului în poziția coborât.

Menținerea ridicată a pintenilor se realizează prin intermediul arcurilor 10 tensionate datorită limitării cursei de către plăcuțele 6 prinse în capul șurubului special 15 cu ajutorul șuruburilor 7

În cazul reglării hidraulic/ pneumatic a cursei pintenilor 11 ce culisează prin șuruburile speciale cu cap conic 15 prinse cu filet în talpa piciorului 16 se utilizează plunjerul 4' a cărui piston este tensionat de arcul 4''

Arcurile 14 sunt ghidate de placa superioară 13 prinsă de plăcuța specială 12 cu șuruburile și piulițele 8 care trec prin găurile plăcii suport 9.

Revendicari

Dispozitivul de sesizare si control al miscarii atașat robotilor pășitori la sistemele de deplasare utilizând două tipuri diferite de senzori (de alunecare pe două axe și de forță), caracterizat prin aceea ca elementul elastic al senzorului de forță pe care sunt amplasate mărcile tensometrice (2) si senzorul de alunecare (3) este astfel realizat încât bila (19) să poată acționa asupra acestuia la contactul tălpii care a un locaș special (16) a piciorului robotului cu solul, sesizând contactul ,măsurând reacțiunea normală și alunecarea sau înclinarea tălpii (16) în funcție de configurația terenului pe care se deplasează robotul pășitor in timpul îndeplinirii varietății misiunilor pe care trebuie să le realizeze in condiții de stabilitate a mișcării.

Semnalele analogic respectiv digital emise de cei doi senzori sunt procesate de echipamentul hardware fig.1 compus din sursa de alimentare și distribuție cu fluid sub presiune (6), regulatorul proporțional de presiune (5), modulul electronic de setare punct de referință(4), regulatorul de forță (8), PC controllerul (7). permițând robotului să-și controleze orientarea prin ajustarea înclinăției, atât în plan sagital cât și în plan frontal fig.6,7,8.

Dispozitivul de sesizare si control al miscarii atașat robotilor pășitori la sistemele de deplasare conform revendicării 1, caracterizat prin aceea ca pentru a preîntâmpina alunecarea piciorului respectiv a robotului atunci se deplasează pe terenuri accidentate si /sau alunecoase periclitând stabilitatea și siguranța deplasării, pintenii (11) a căror cursă este reglabilă manual cu ajutorul șurubului (4) si care este reglează cursa plăcuții (5) in funcție de situațiile din teren sau cu ajutorul unui plunjer (4') acționat hidraulic sau pneumatic a cărui cursă este decisă in funcție semnalele senzorului de alunecare(3). după ce șurubul special (9) se ridică din locașul conic realizat in plăcuța specială (12) sub efectul comprimării arcurilor (14) de greutatea robotului și a instalațiilor tehnologice transportate, permițând deplasarea tălpii (16) in planul terenului realizând rostogolirea bilei (19) , mișcare sesizată de senzorul de alunecare (3), iau contact cu solul micșorând sau anulând alunecarea. Menținerea ridicată a pintenilor se realizează prin intermediul arcurilor (10) tensionate datorită limitării cursei de plăcuțele (6)prinse cu ajutorul șuruburilor (7) in capul șurubului special (15) in timp acesta este presat in locașul conic, de arcurile (14)

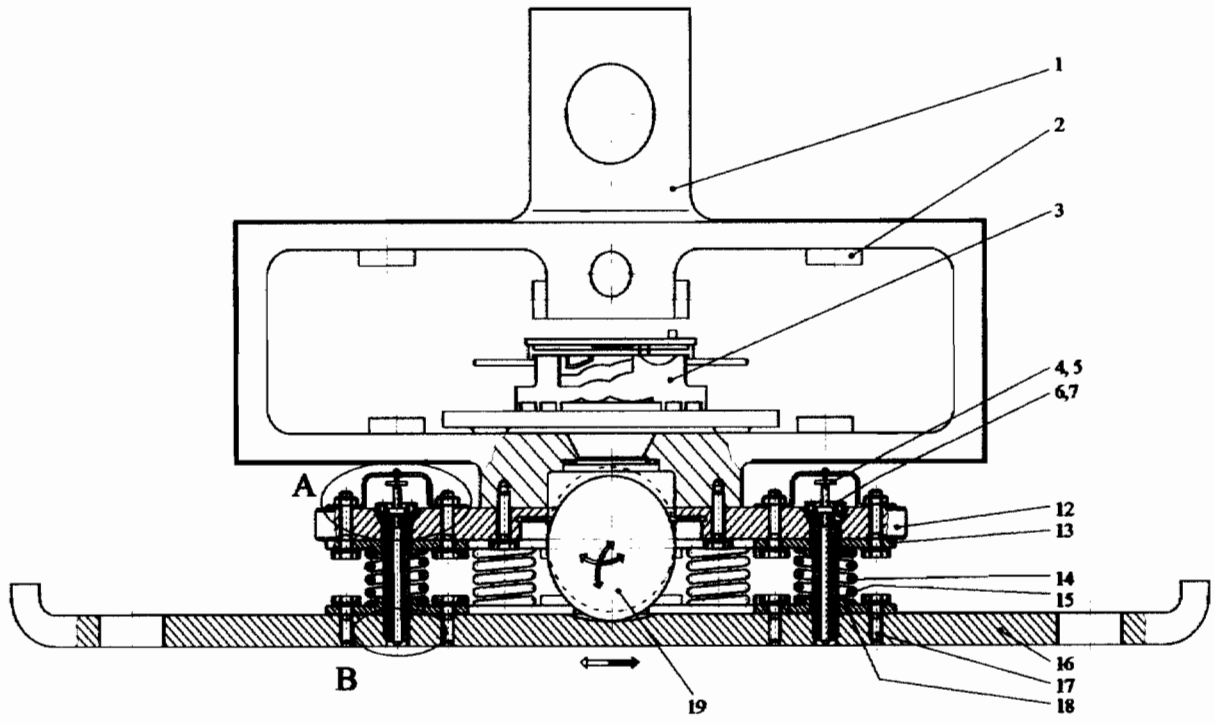


Fig.2

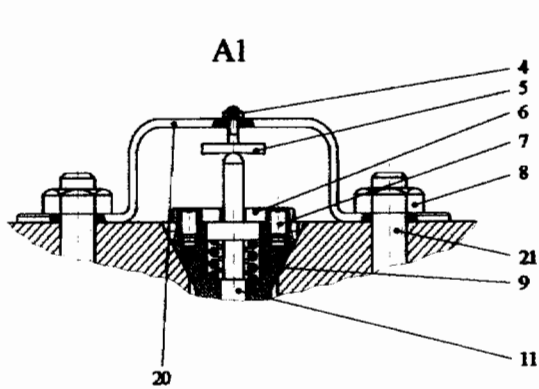


Fig.3

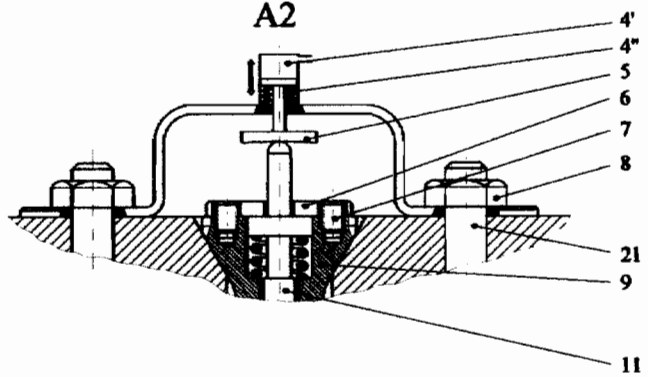


Fig.4

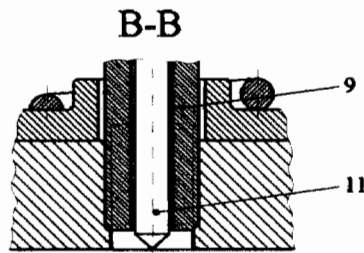


Fig.5

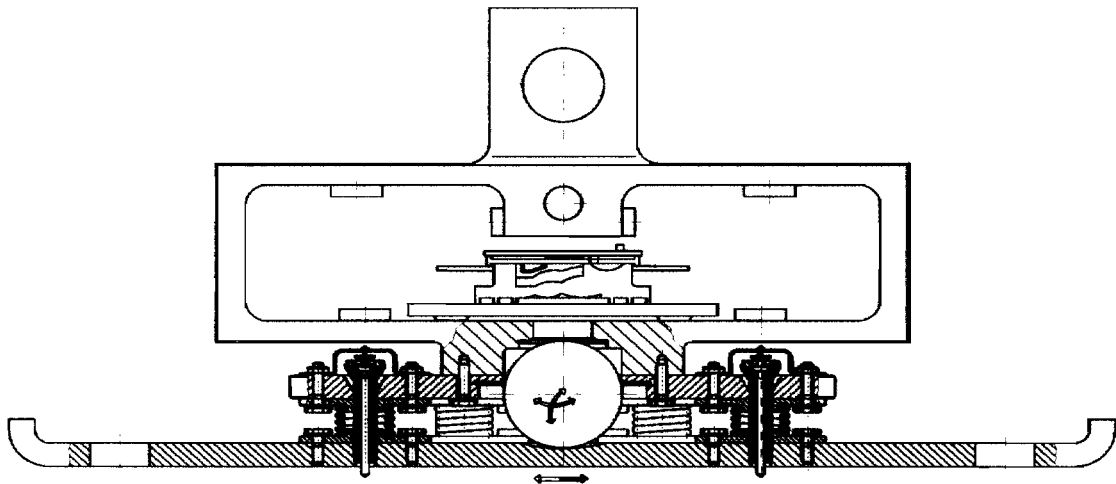


Fig.6

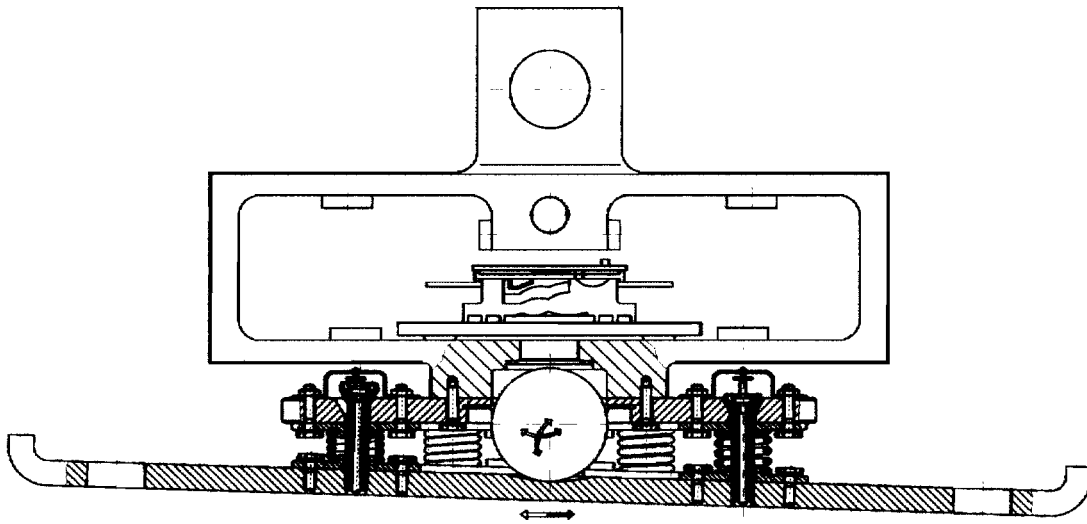


Fig.7

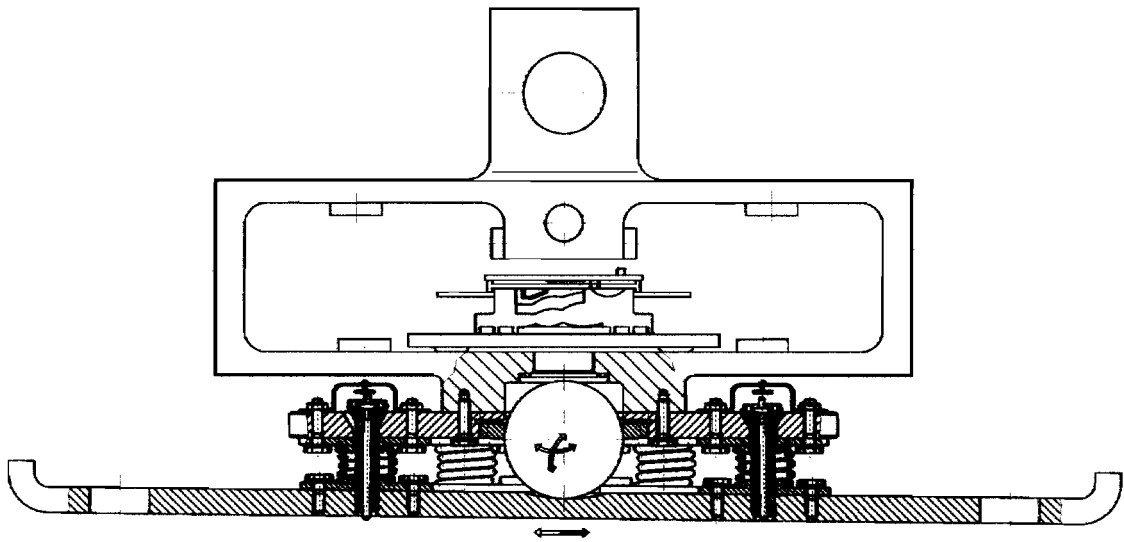


Fig.8

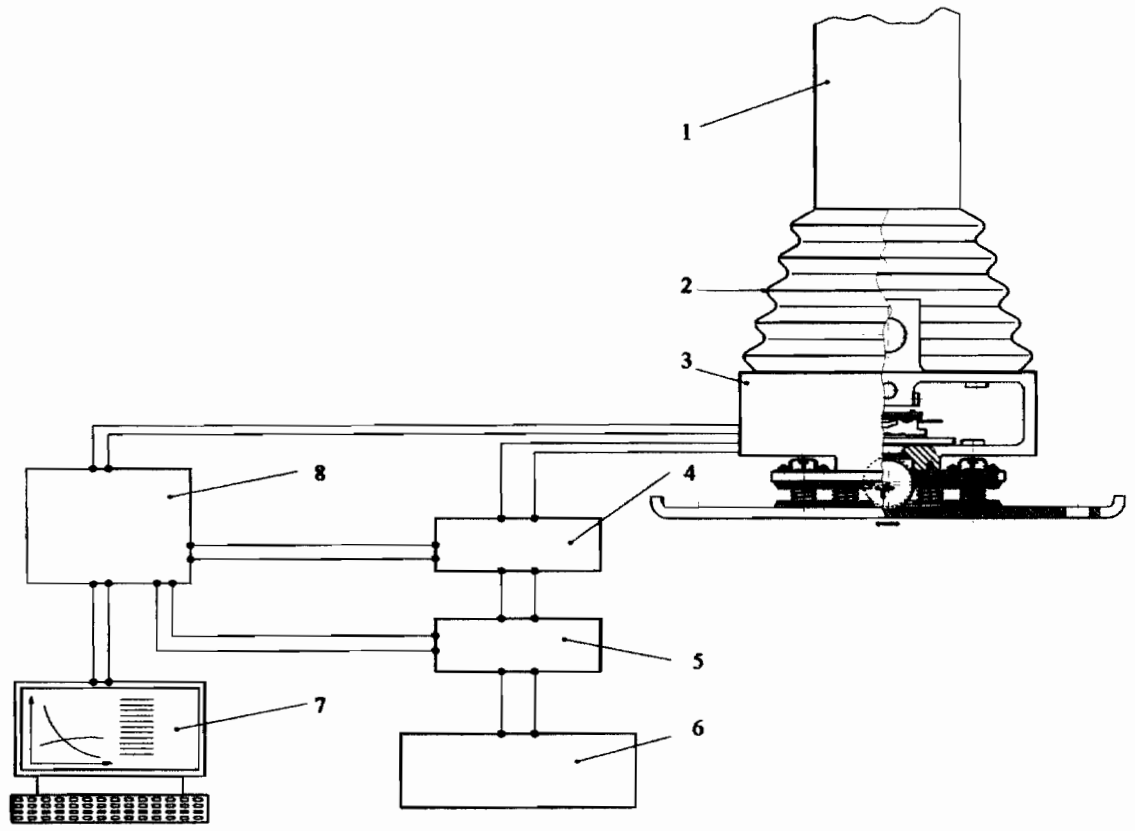


Fig 1