

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 00080**

(22) Data de depozit: **09/02/2018**

(41) Data publicării cererii:
30/08/2019 BOPI nr. **8/2019**

(71) Solicitant:
• **UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN
BRAȘOV, BD.EROILOR NR.29, BRAȘOV,
BV, RO**

(72) Inventatori:
• **VIȘA ION, STR.CLOȘCA NR.48, BRAȘOV,
BV, RO;**
• **NEAGOE MIRCEA, STR.MOLIDULUI
NR.103, SĂCELE, BV, RO;**

• **MOLDOVAN MACEDON-DUMITRU,
STR. LIVIU CORNEL BABEȘ NR. 13, BL. 15,
SC. D, AP. 33, BRAȘOV, BV, RO;**
• **DUȚĂ-CAPRĂ ANCA,
STR. ALBATROSULUI NR. 8, AP. 17,
BRAȘOV, BV, RO;**
• **COMȘIȚ MIHAI, BD.UNIRII, BL.2B, SC.B,
AP.6, FĂGĂRAȘ, BV, RO;**
• **BURDUHOȘ BOGDAN-GABRIEL,
STR. OLTEȚ NR. 23, BL. 310B, SC. A,
AP. 6, BRAȘOV, BV, RO**

(54) **MECANISM ARTICULAT BIMOBIL, DE TIP PARALEL,
PENTRU ORIENTAREA CONVERTOARELOR SOLARE
LA ORICE LATITUDINE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un mecanism articulată bimobil, de tip paralel, pentru orientarea convertoarelor solare, precum module fotovoltaice sau colectoare solar-termice, la orice latitudine, din ambele emisfere ale pământului. Mecanismul conform invenției este compus dintr-un lanț cinematic patrulater plan, format din două balansiere (1 și 2) articulate la o bază (0) prin niște cuple (A și D) de rotație cu axe paralele, și la o bielă (3) prin niște cuple (B și C) sferice, acționat printr-un actuator (4) liniar articulată la bază (0) printr-o cuplă (E) sferică, și articulată cu capătul mobil printr-o cuplă (F) sferică la unul dintre cele două balansiere (1 sau 2) sau la bielă (3), în care balansierele (1 și 2) au lungimi egale, lungimea (BC) bielei (3) fiind mult mai mare sau mult mai mică decât lungimea (AD) bazei (0), iar mișcarea diurnă de rotație a bielei (3) în jurul propriei axe (BC) este realizată prin intermediul unui actuator (5) liniar articulată la bază (0) printr-o cuplă (G) sferică, și la bielă (3) printr-o cuplă (H) sferică dispusă excentric față de axa (BC) bielei (3).

Revendicări: 4
Figuri: 10

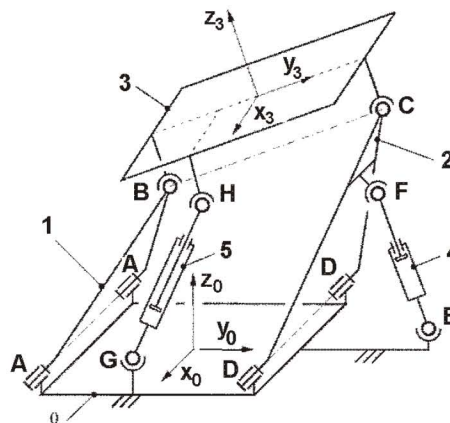


Fig. 1



Nr. int. B.P.I.: 14/18.01.2018

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MARCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2018 00080
Data depozit 09-02-2018

13

MECANISM ARTICULAT BIMOBIL DE TIP PARALEL PENTRU ORIENTAREA CONVERTOARELOR SOLARE LA ORICE LATITUDINE

Invenția se referă la un mecanism articulată bimobil de tip paralel, la care platforma mobilă reprezintă biela unui mecanism patrulater plan de tip RSSR (R-cuplă de rotație, S-cuplă sferică) cu două mișcări independente – rotația în planul mecanismului și rotația pasivă a bielei, acționat cu două actuatore liniare, articulate la un element bază, pentru realizarea mișcărilor diurnă și de elevație de tip pseudo-ecuatorial ale platformei mobile, destinat orientării convertoarelor solare (module fotovoltaice, colectoare solar-termice) la diferite latitudini din ambele emisfere ale pământului, în condiții de simplitate constructivă și eficiență ridicată de colectare a radiației solare.

Este cunoscut un mecanism bimobil de orientare solară de tip ecuatorial, cu mișcări decuplate [Quaglia, G., Maurino, S. L. *A new solar-tracking mechanism based on four-bar linkages*], compus în partea inferioară din două mecanisme patrulater identice cu balansiere încrucișate și bielă comună, montate în paralel pe o bază înclinată față de planul orizontal cu un unghi egal cu latitudinea locației de implementare și utilizate pentru realizarea orientării diurne a platformei fotovoltaice. Pe biela comună a mecanismelor patrulater identice de orientare diurnă sunt amplasate în paralel, în partea superioară, două mecanisme patrulater identice cu balansiere disjuncte și bielă materializată prin platforma fotovoltaică, cu ajutorul cărora se realizează orientarea de elevație. Acționarea mecanismului de orientare se realizează prin intermediul unor motoare rotative și a unui sistem de cabluri și arcuri. Acest mecanism de orientare are *dezavantajul* unei complexități ridicate datorată mecanismelor patrulater și a sistemului de acționare și poate fi utilizat la diverse latitudini numai prin modificări constructive ale cadrului suport care trebuie înclinat la un unghi egal cu latitudinea locației de implementare.

Mai este cunoscut un sistem de orientare biaxială de tip pseudo-ecuatorial care realizează orientarea de elevație a unei platforme solare plane prin intermediul unui mecanism patrulater acționat cu un actuator liniar articulată între bază și bielă [Dold, R.H. & Nieter, J.J *Solar tracker*, brevet nr. US2007/0215199A1]. Platforma solară este articulată pe un balansier și acționată direct de un al doilea actuator liniar articulată între balansier și platforma solară pentru realizarea mișcării diurne. Acest mecanism de orientare are *dezavantajul* că poate realiza unghiuri de elevație, respectiv unghiuri de înclinare ale platformei solare plane într-un singur sens față de planul orizontal.

Mai este cunoscut un sistem de orientare biaxială de tip paralel în care platforma solară este articulată la bază printr-o legătură cardanică și acționată prin intermediul a două

J. J. Nieter

AK

M. 1

AK

AK

AK

actuatoare liniare fixate cu carcasa la bază pe direcție verticală și a unor bielete articulate prin legături cardanice la actuatoare și la platforma solară [Cammarata, A. Optimized design of a large-workspace 2-DOF parallel robot for solar tracking systems]. Sistemul de orientare permite realizarea unor curse de orientare relativ mari cu evitarea coliziunii dintre elemente/cuple și poate fi operațional la latitudini între 0° și 50° . Acest sistem de orientare are **dezavantajul** că nu poate fi implementat la latitudini mai mari de 50° , că are mișcări cuplate fiind necesară acționarea simultană a ambelor actuatoare liniare pentru realizare unei mișcări de orientare (diurnă sau de elevație), că actuatoarele liniare sunt supuse la solicitarea de încovoiere prin fixarea la bază a corpului acestora.

Mai este cunoscut că prin orientare crește cantitatea de radiație solară receptată de un convertor solar și implicit crește energia produsă de acesta cu până la 30%-40% față de cazul unui convertor solar fix înclinat la unghi optim [Visa, I. ș.a. *The role of mechanisms in sustainable energy systems*]. De asemenea, sunt cunoscute patru tipuri de sisteme de orientare solară: azimutal, pseudo-azimutal, ecuatorial și pseudo-ecuatorial. Un sistem de orientare de tip pseudo-ecuatorial are o axă de rotație fixă dispusă după direcția vest-est, utilizată pentru realizarea mișcării de elevație (cu un unghi γ), și o a doua axă de rotație mobilă perpendiculară pe prima axă, destinată realizării mișcării diurne (cu un unghi β). Unghiul diurn este nul ($\beta = 0^\circ$) când vectorul normal la suprafața plană a convertorului solar este în planul meridian (planul vertical nord-sud) al locației de implementare.

Problema pe care o rezolvă invenția este realizarea orientării biaxiale a convertoarelor solare plane, caracterizată prin mișcări decuplate acționate de la bază și prin unghiuri de elevație realizate în ambele sensuri față de orizontală pe domenii relativ mari de variație, care să permită utilizarea sistemului bimobil de orientare la orice latitudine și captarea cu eficiență ridicată a radiației solare disponibile, în condiții de simplitate constructivă.

Mecanismul articulată bimobil de tip paralel propus **soluționează problema tehnică** prin utilizarea unui lanț cinematic patrulater plan compus din două balansiere de lungime egală, articulate la un element bază prin cuple de rotație cu axe paralele, și o bielă cu mișcare independentă de rotație în jurul axei proprii longitudinale, mobilitate pasivă permisă de articulațiile sferice ale bielei cu cele două balansiere. Mecanismul este acționat cu două actuatoare liniare articulate în paralel la bază pentru realizarea unei orientări solare biaxiale de tip pseudo-ecuatorial cu mișcări (diurnă și de elevație) decuplate.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- Permite instalarea sistemului bimobil de orientare la orice latitudine din ambele emisfere ale pământului;

J. Dina,

M. 2

- Permite o adaptare rapidă și simplă a sistemului de orientare fără modificări constructive la schimbarea frecventă a latitudinii locației de utilizare, precum este cazul instalării pe nave în deplasare;
- Permite captarea cu eficiență ridicată a radiației solare disponibile, indiferent de locația de implementare;
- Poate funcționa pentru o perioadă determinată, de exemplu o zi, cu elevație fixată la un unghi optimal și mișcare diurnă în pași, fiind asigurate simultan captarea eficientă a radiației solare disponibile și un consum de energie electrică mai redus necesar pentru funcționarea actuatorilor liniare;
- Poate fi utilizat pentru orientarea convertoarelor solare individuale, de tip module fotovoltaice sau colectoare solar-termice, precum și a platformelor de convertoare solare.

Se prezintă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu *fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 și 10*:

Fig. 1. Reprezentare spațială a unei variante de mecanism de orientare bimobil cu acționare pe balansier pentru mișcarea de elevație

Fig. 2. Reprezentare spațială a unei variante de mecanism de orientare bimobil cu acționare integrală pe bielă

Fig. 3. Reprezentare plană a unui mecanism patrulater plan cu balansierele disjuncte

Fig. 4. Reprezentare plană a unui mecanism patrulater plan cu balansierele intersectate

Fig. 5. Modalități de acționare cu actuator liniar articulat pe balansier pentru realizarea mișcării de elevație în cazul mecanismelor din *fig. 3*

Fig. 6. Modalități de acționare cu actuator liniar articulat pe bielă pentru realizarea mișcării de elevație în cazul mecanismelor din *fig. 3*

Fig. 7. Poziții reprezentative ale unui mecanism patrulater plan pentru 3 valori ale unghiului de elevație γ (pozitiv, zero, negativ)

Fig. 8. Schemă generală pentru stabilirea poziției optimale a articulației cu baza a actuatorului liniar pentru acționarea mișcării diurne

Fig. 9. Variantă de acționare cu actuator liniar articulat excentric la capătul bielei pentru realizarea mișcării diurne

Fig. 10. Reprezentare CAD 3D a unui mecanism de orientare cu balansiere încrucișate și acționare integrală pe bielă

Mecanismul articulat bimobil de tip paralel pentru orientarea convertoarelor solare la orice latitudine conform invenției, în legătură cu figurile 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 și 10, are la bază un lanț cinematic patrulater plan compus dintr-o bază **0**, două balansiere **1** și **2** de

J. Jins
1

M₃

lungime egală, articulate la baza **0** prin cuple/policuple de rotație **A** și **D** cu axe paralele și perpendiculare pe planul y_0z_0 vertical al mecanismului, o bielă **3** articulată la balansierul **1** printr-o cuplă **B** sferică și, respectiv, la balansierul **2** printr-o cuplă **C** sferică.

Bielă **3** poate fi materializată printr-o platformă pentru montarea unui singur convertor solar plan sau a mai multor convertoare solare plane. Cuplele sferice **B** și **C** pot fi înlocuite cu câte o legătură mecanică de tip rotație-rotație cu axe perpendiculare, în care o cuplă de rotație are axa paralelă cu axele cuplelor **A** și **D**, iar a doua cuplă de rotație are axa paralelă cu axa **BC**.

Ca urmare a cuplelor **B** și **C** sferice, biela **3** realizează două mișcări de rotație independente, combinate în cazul general cu o mișcare de translație plană dependentă. Mecanismul articulată bimobil de orientare solară propus, conform invenției, este de tip pseudo-ecuatorial. O mișcare de rotație independentă a bielei **3** este mișcarea de rotație în planul y_0z_0 vertical al mecanismului, denumită mișcare de elevație (unghiul de elevație γ , definit conform fig. 9), realizată prin intermediul unui actuator **4** liniar articulată, pe de o parte, la baza **0** printr-o cuplă **E** sferică și, pe de altă parte, la biela **2** sau la unul dintre balansierele **1, 2** printr-o cuplă **F** sferică. Cuplele **G** și **H** pot fi materializate și prin legături cardanice, iar cuplele **E** și **F** pot fi și cuple de rotație cu axe perpendiculare pe planul y_0z_0 . Mișcarea de elevație este însoțită în cazul general de o translație dependentă a bielei **3** în planul y_0z_0 . Pentru ca amplitudinea deplasărilor de translație să fie cât mai redusă în condițiile realizării unor curse relativ mari ale mișcării de elevație, se recomandă ca raportul dintre lungimea **AD** a bazei **0** și lungimea **BC** a bielei **3** să aibă o valoare cât mai diferită de 1 (mult mai mare sau mult mai mic decât 1; de ex. raportul $AD/BC > 3$ pentru $AB = CD = 5BC$).

A doua mișcare de rotație independentă a bielei **3** este mișcarea în jurul axei **BC**, denumită mișcare diurnă (caracterizată printr-un unghi β , fig. 9), realizată prin intermediul unui actuator **5** liniar articulată la baza **0** printr-o cuplă **G** sferică și, respectiv, articulată la biela **3** printr-o cuplă **H** sferică, poziționată excentric față de axa **BC**. Cuplele **G** și **H** pot fi materializate și prin legături cardanice. Cursa mișcării diurne este limitată la 120° - 130° din condiția de realizare a unor unghiuri de transmitere avantajoase ($> 25^\circ \dots 30^\circ$) pe întreaga deplasare diurnă; această limitare nu afectează însă major eficiența de captare a radiației solare, chiar și în cazul aplicării unui program de orientare diurnă în pași cu elevație constantă optimă (eficiența $> 90\%$).

La acționarea actuatorului **4** liniar pentru mișcarea de elevație (γ) și menținerea actuatorului **5** blocat se induce și o deplasare diurnă (β), de valori mici care influențează neesențial cantitatea de radiație captată. Această deplasare diurnă indusă poate fi anulată prin acționarea ulterioară corespunzătoare a actuatorului **5** liniar.

J. Visa



M. 4





Minimizarea deplasării diurne induse se poate obține prin optimizarea amplasării spațiale a centrului cuplei **G** în funcție de poziția prestabilită pe biela **3** a centrului cuplei **H**, astfel (fig. 8):

- Se stabilește curba **6** de bielă descrisă într-un plan paralel cu planul mecanismului de punctul **H** al bielei **3**, în timpul realizării mișcării de elevație între limitele unghiulare prestabile ale mecanismului patruleter; se obțin astfel punctele **I** și **J** de capăt ale curbei **6** de bielă, corespunzătoare pozițiilor extreme ale mecanismului.
- Se determină punctul G_0 ca centru al cercului determinat de punctele **I**, **H** și **J** (la intersecția mediatoarelor segmentelor **HI** și **HJ**)
- Centrul cuplei **G** sferice se poate amplasa în punctul G_0 sau pe normala la planul mecanismului patruleter dusă prin punctul G_0 , la o distanță G_0G stabilită corespunzător din condiții de optimizare constructivă (de ex. minimizarea cursei actuatorului), funcțională (evitarea blocării mecanismului pe cursa diurnă) etc.

Decuplarea totală a mișcării diurne de cea de elevație se poate obține atunci când centrul cuplei **H** descrie matematic un cerc. Un astfel de caz este prezentat în fig. 9, la care centrul cuplei **G** aparține axei de rotației a balansierului **1**, iar **BH** este paralel cu **AG**.

În fig. 10 este reprezentată o variantă semi-constructivă a unui mecanism de orientare articulată bimobil de tip paralel, conform invenției, având balansierele **1** și **2** încrucișate, lungimea **BC** a bielei **3** mai mică decât lungimea **AD** a bazei **0**, cuplele **B**, **C**, **E**, **F**, **G** și **H** materializate prin cuple sferice, actuatorul **4** articulată la biela **3** și mișcări de orientare decuplate.

Implementarea și utilizarea într-o locație și perioadă date a unui mecanism de orientare articulată bimobil de tip paralel, conform invenției, se recomandă a fi realizate astfel:

- Baza **0** a mecanismului se amplasează în plan orizontal, cu axa x_0 pe direcția vest-est, iar axa y_0 pe direcția sud-nord.
- Se realizează mișcarea de elevație pentru orientarea fixă a convertorului solar la unghiul γ optim pentru locația și perioada considerate.
- Se aplică un program de orientare diurnă în pași, de exemplu cu durată de 1 oră; mișcarea diurnă este decuplată de mișcarea de elevație și, ca urmare, nu afectează unghiul de elevație optim prestabilit.

J. Pina

A

M 5

A

A

P

Bibliografie:

1. Cammarata, A. *Optimized design of a large-workspace 2-DOF parallel robot for solar tracking systems*. Mechanism and machine Theory, 83, 175-186, 2015.
2. Dold, R.H., Nieter, J.J. *Solar tracker*, brevet nr. US2007/0215199A1.
3. Quaglia, G., Maurino, S. L. A new solar-tracking mechanism based on four-bar linkages. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 2016, DOI: 10.1177/0954406216641454.
4. Visa, I., Jaliu, C., Duță, A., Neagoe, M., Comsit, M., Moldovan, M., Ciobanu, D., Burduhos, B., Săulescu, R. *The role of mechanisms in sustainable energy systems*, Transilvania University Pub. House, 2015, ISBN 978-606-19-0571-3.

I. Visa

A

M. 13

D

M. 13

M. 13

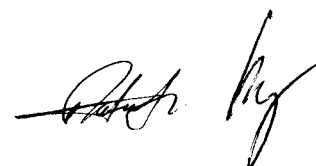
REVENDICĂRI

1. Mecanism articulată bimobil de tip paralel pentru orientarea convertoarelor solare la orice latitudine, compus dintr-un lanț cinematic patrulater plan format din două balansiere (1 și 2) articulate la o bază (0) prin niște cuple (A și D) de rotație cu axe paralele și la o bielă (3) prin niște cuple (B și C) sferice, acționat pentru mișcarea de elevație printr-un actuator (4) liniar articulată la baza (0) printr-o cuplă (E) sferică dispusă în planul (y_0z_0) vertical al mecanismului și articulată cu capătul mobil la un balansier (1 sau 2) printr-o cuplă (F) sferică, *caracterizat prin aceea că* balansierele (1 și 2) au lungimi egale, lungimea (BC) a bielei (3) este mult mai mare sau mult mai mică decât lungimea (AD) a bazei (0), *precum și prin aceea că* mișcarea diurnă de rotație a bielei (3) în jurul propriei axe (BC) se realizează prin intermediul unui actuator (5) liniar articulată la baza (0) printr-o cuplă (G) sferică și la biela (3) printr-o cuplă (H) sferică dispusă excentric față de axa (BC) a bielei (3).
2. Mecanism articulată bimobil de tip paralel, conform revendicării 1, *caracterizat prin aceea că* articulațiile (G) și (H) ale actuatorului (5) liniar pot fi materializate și prin legături cardanice, iar cuplele E și F pot fi și cuple de rotație cu axe perpendiculare pe planul y_0z_0 al mecanismului patrulater.
3. Mecanism articulată bimobil de tip paralel, conform revendicării 1, *caracterizat prin aceea că* centrul cuplei (G) poate fi amplasat în centrul de curbură (G_0) al curbei plane descrisă de centrul cuplei (H) sau pe perpendiculara pe planul (y_0z_0) vertical al mecanismului patrulater dusă prin centrul (G_0) de curbură.
4. Mecanism articulată bimobil de tip paralel, conform revendicării 1, *caracterizat prin aceea că*, pentru decuplarea mișcărilor de elevație și diurnă, centrul cuplei (G) este amplasat pe axa de rotație cu baza (0) a unui balansier (1 sau 2) al mecanismului patrulater, iar segmentul BH (respectiv CH) este paralel cu axele cuplelor (A), (D) de rotație pentru unghiul diurn $\beta = 0^\circ$.

J. Jisa



M. 6



7

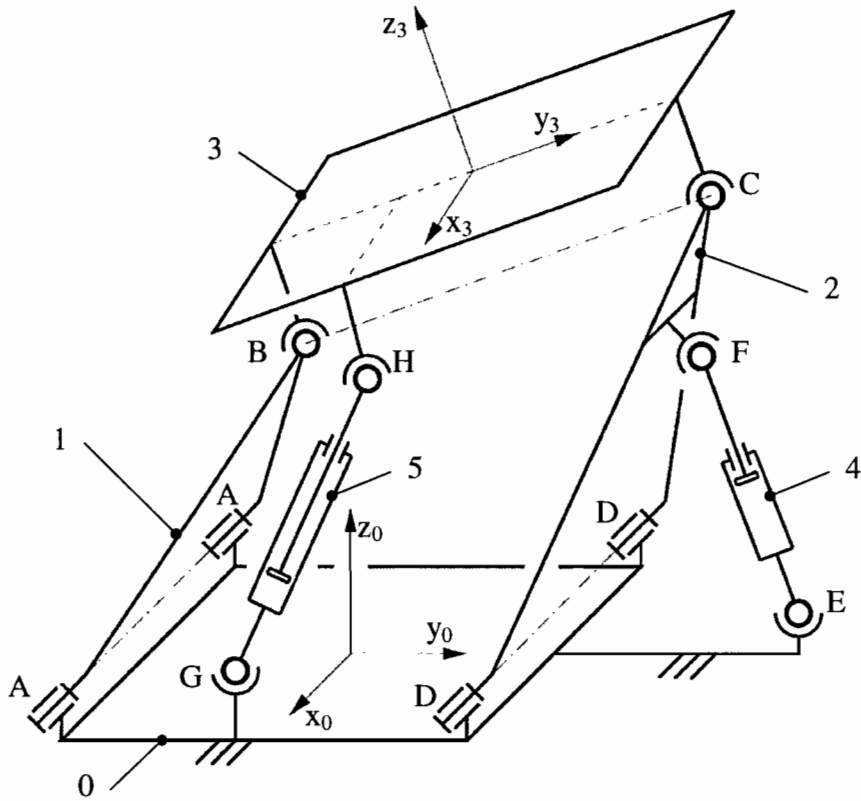


Fig. 1

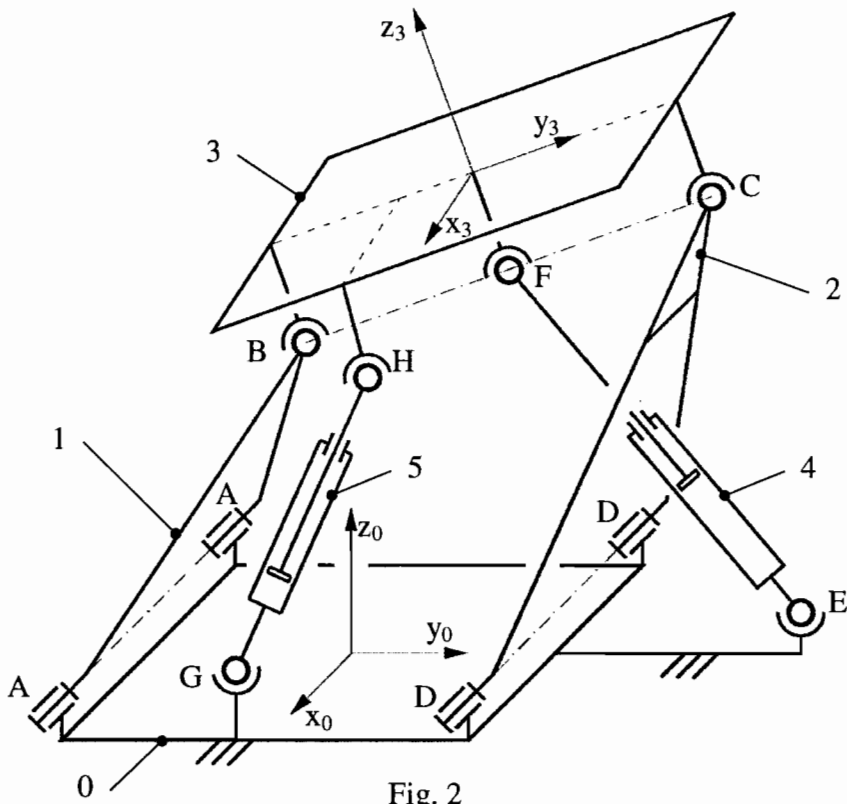


Fig. 2

J. Vias
1

[Handwritten signature]

M. 7

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

6

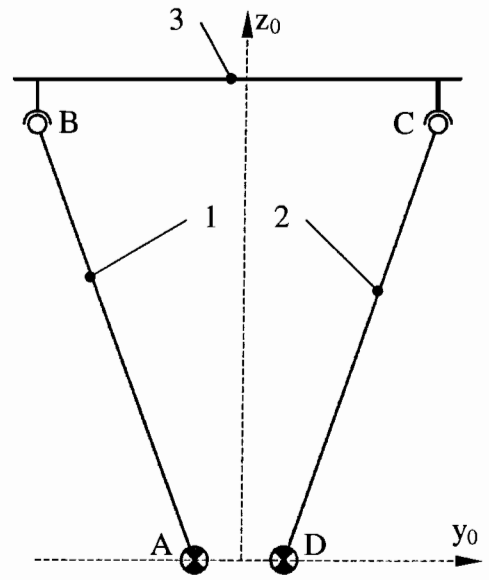
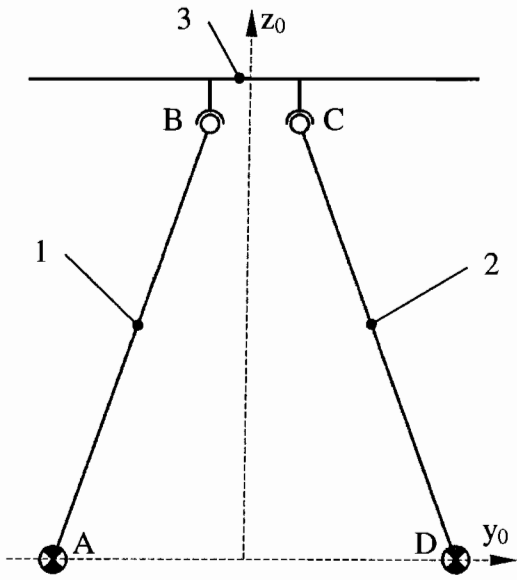


Fig. 3

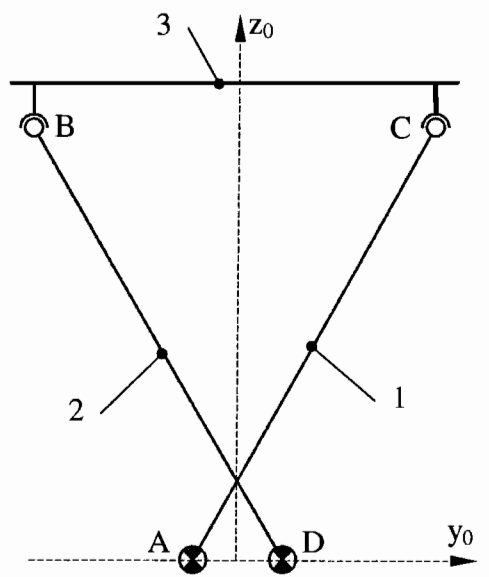
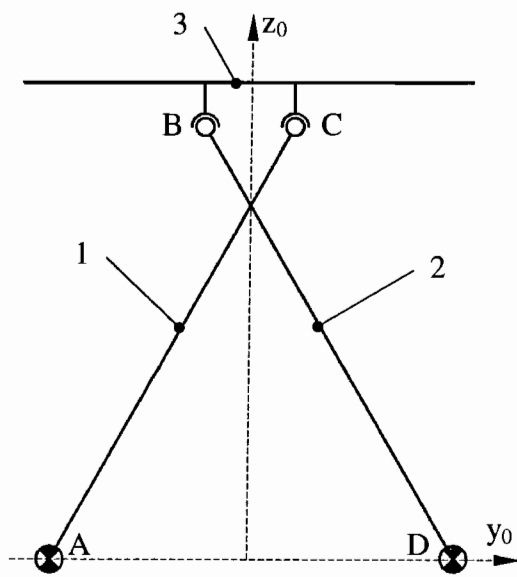


Fig. 4

J. Visa,

11/11/18

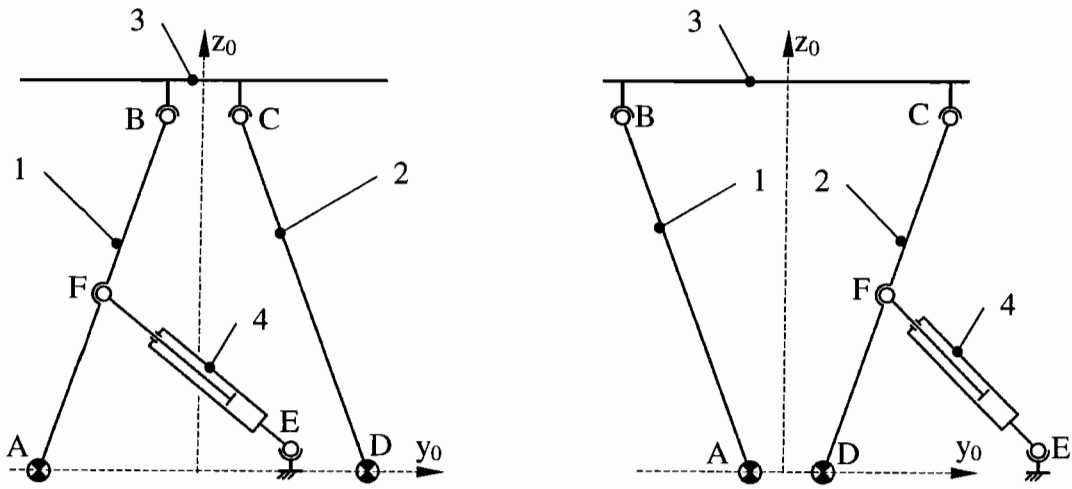


Fig. 5

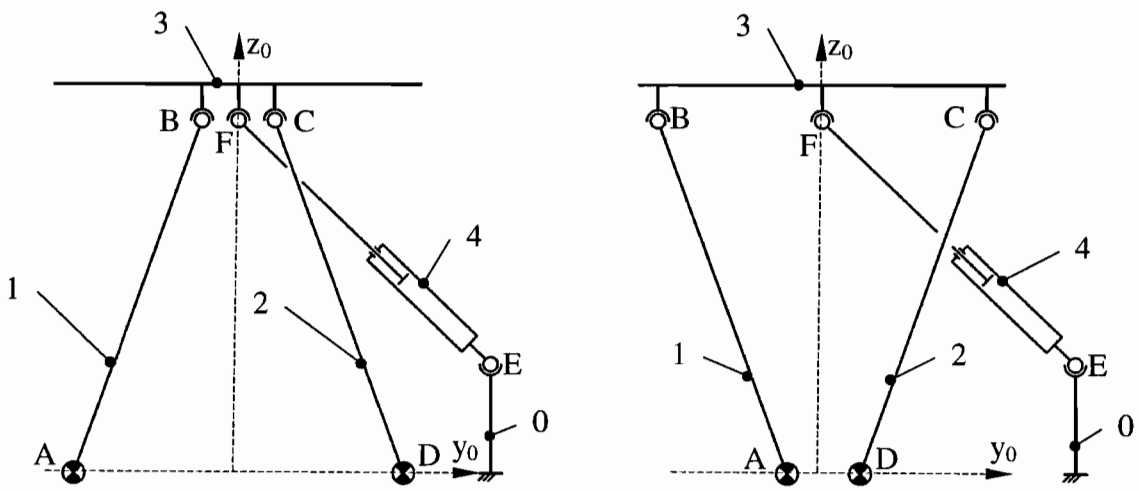


Fig. 6

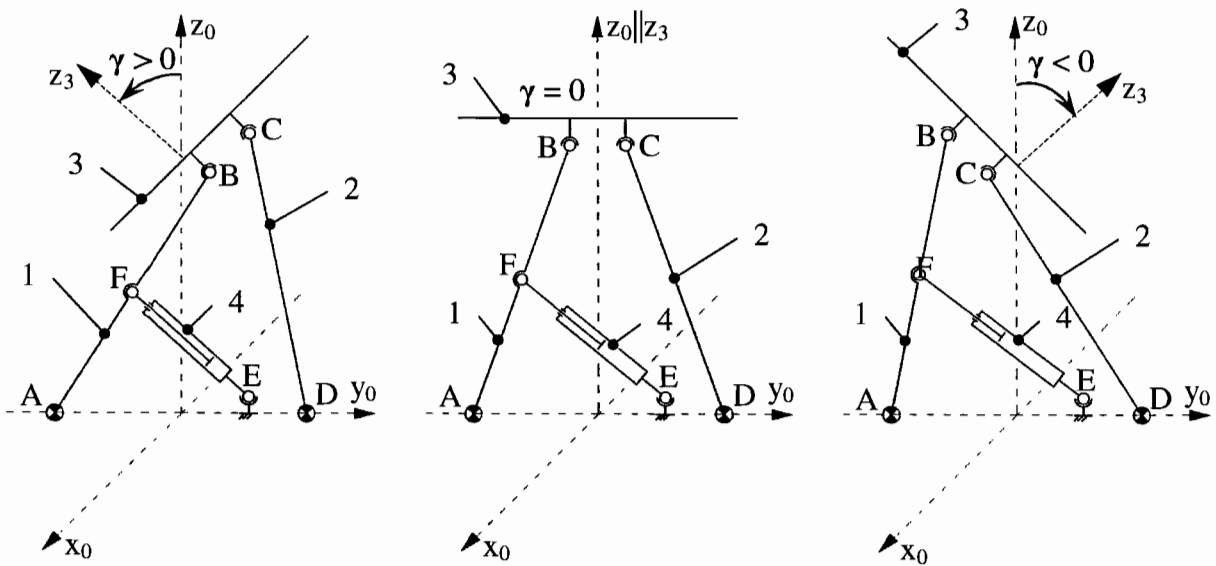


Fig. 7

J. Visa,

[Handwritten signature]

Me 9

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

4

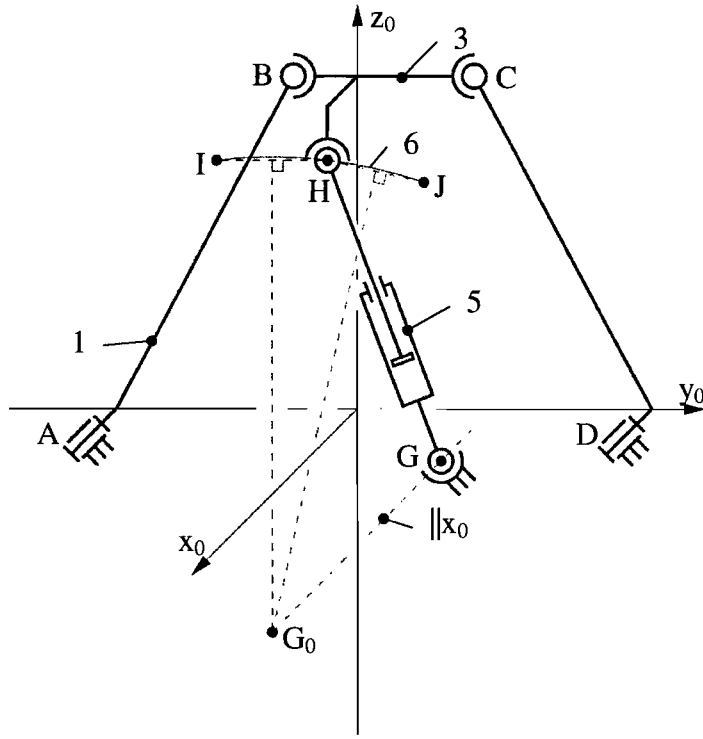


Fig. 8

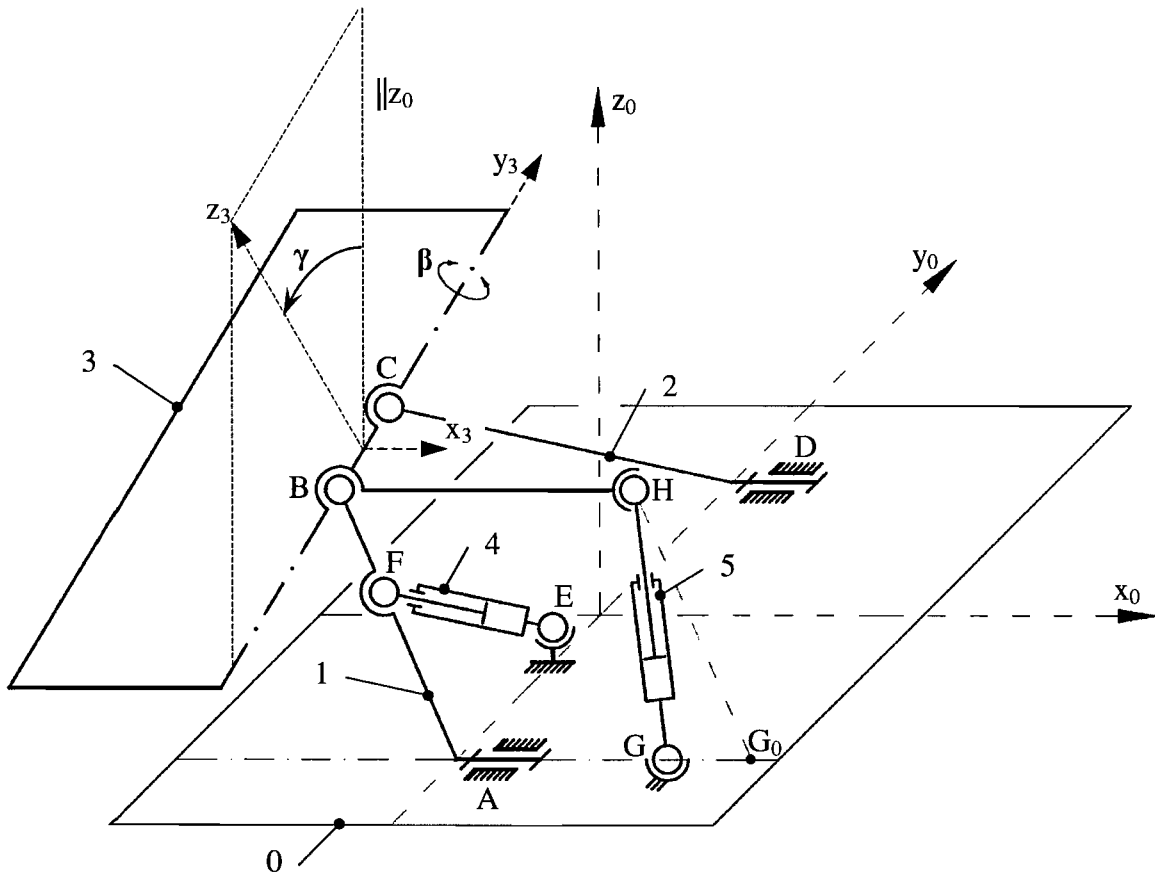


Fig. 9

J. Viig

10

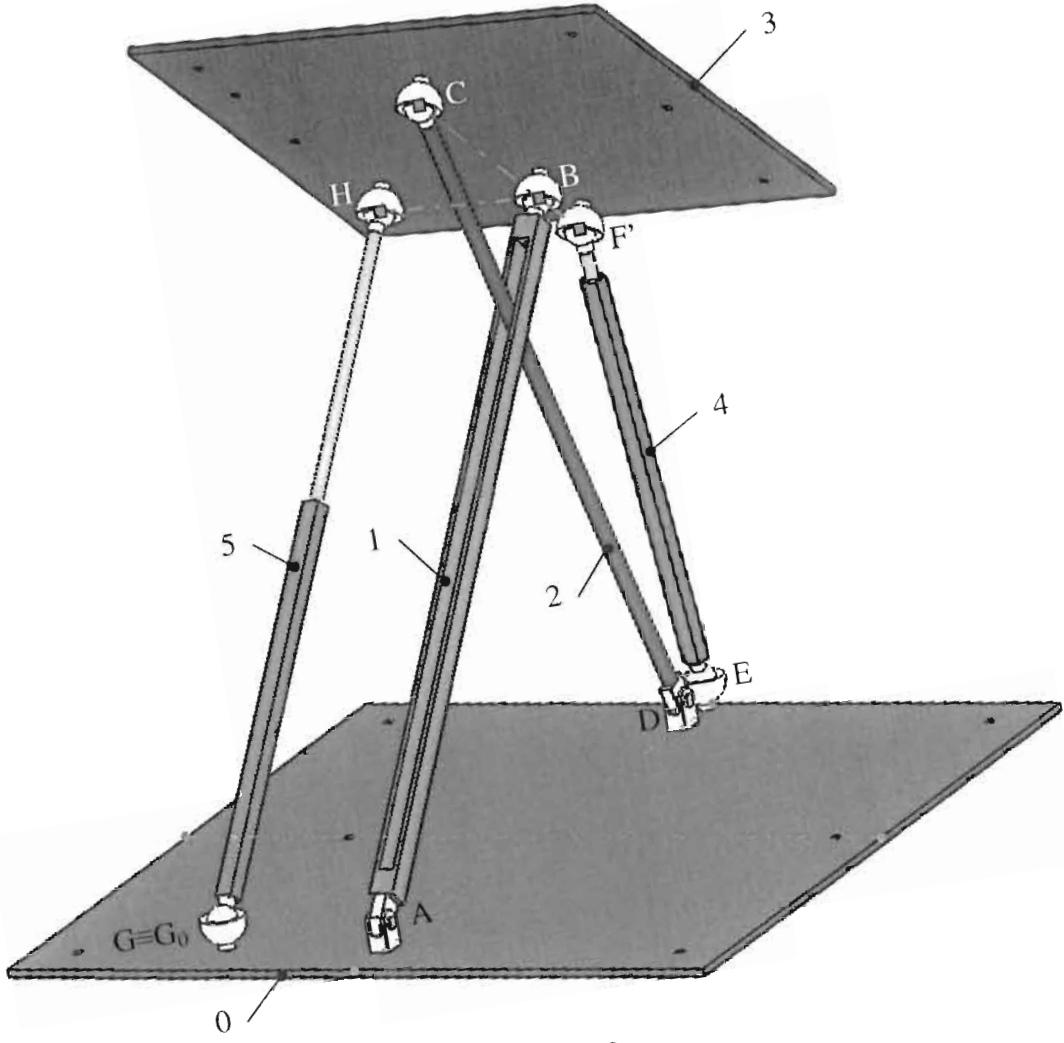


Fig. 10

J. J. J. J.

M. 11