



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 01048**

(22) Data de depozit: **11.12.2009**

(41) Data publicării cererii:  
**30.03.2012** BOPI nr. **3/2012**

(71) Solicitant:  
• **HERȚANU RADU MIHAI**, STR. CARPAȚI  
NR.6, BL.908A, SC.B, ET.6, AP.21, IAȘI, IS,  
RO;  
• **ASTRATINI ENACHE CIPRIAN**,  
STR. CĂLUGĂRENI, BL.22, SC.A, ET.3,  
AP.6, VASLUI, VS, RO

(72) Inventatori:  
• **HERȚANU RADU MIHAI**, STR. CARPAȚI  
NR.6, BL.908A, SC.B, ET.6, AP.21, IAȘI, IS,  
RO;  
• **ASTRATINI ENACHE CIPRIAN**,  
STR. CĂLUGĂRENI, BL.22, SC.A, ET.3,  
AP.6, VASLUI, VS, RO

## (54) ACTUATOR CU MAGNET MOBIL MULTIFUNCȚIONAL

### (57) Rezumat:

Invenția se referă la un actuator electromagnetic liniar, cu magnet mobil, destinat, în principal, conversiei energiei electrice în acțiuni mecanice de deplasare, poziționare sau vibrație. Actuatorul conform invenției este alcătuit dintr-un element mobil, constituit din cel puțin un magnet permanent (1, sau 1' și 1''), de care este fixat un ax (2), iar în jurul magnetului/magneților (1, sau 1' și 1'') este dispus un ferofluid (7 și 7' sau 7'') care este reținut în interstițiul dintre magnet/magneți și pereții interiori al unei carcase (5 sau 10) prevăzute cu cel puțin două înfășurări (6 și 6' sau 11, 12 și 13), și din doi magneți (15 și 16) fiși, astfel încât elementul mobil poate glisa prin intermediul ferofluidului, în scopul realizării unei acțiuni mecanice externe, ca efect al unui curent electric ce străbate înfășurările electrice. Actuatorul poate fi folosit și ca traductor, în scopul obținerii unui semnal electric ca urmare a unei acțiuni mecanice externe asupra sa, în urma inversării modului de funcționare.

Revendicări: 3  
Figuri: 3

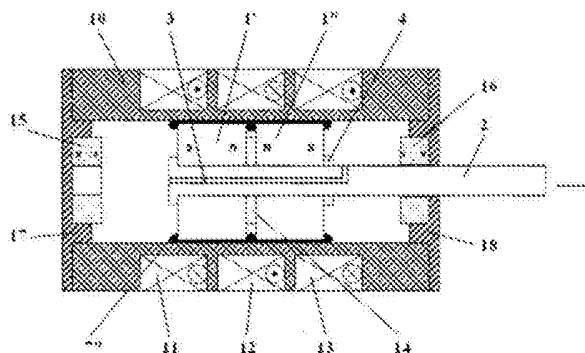
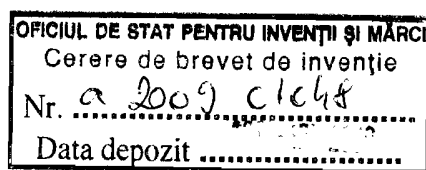


Fig. 3





## Actuator cu magnet mobil multifuncțional

Invenția se referă la un actuator electromagnetic liniar din familia celor cu magnet mobil, destinat în principal conversiei energiei electrice în acțiuni mecanice de deplasare, poziționare sau de vibrație. Dispozitivul prezintă și funcționarea reversibilă, în sensul că poate fi folosit și ca traductor la măsurarea deplasărilor și vibrațiilor.

În sistemele ce necesită mișcări liniare, actuatorii liniari prezintă unele avantaje în raport cu actuatorii rotativi care trebuie prevăzuți cu mecanisme de transformare a rotației în mișcare liniară. Aceste avantaje se referă la eficiență, controlul forței și volumul sistemului [1]. Pe lângă aceasta, dezvoltarea de noi magneți permanenți pe bază de pământuri rare (NdFeB) cu valori înalte ale produsului energetic (BH), poate conduce la obținerea unor actuatori cu un ridicat raport forță-volum și costuri scăzute.

Se cunosc mai multe soluții tehnice de actuatori liniari de tipul cu magnet permanent mobil. Ca exemple, se pot menționa cele descrise în patentele: US 5434549, US 6040752, US 6667677, US 7227439, US 7517721 și GB 2430686. În toate aceste cazuri, sistemul mobil al actuatorului conținând unul sau mai mulți magneți permanenți, este necesar a fi prevăzut cu un sistem de susținere care, împreună cu un dispozitiv de ghidare mecanic, trebuie să asigure alunecarea cu precizie și cu frecare cât mai scăzută a sistemului mobil. În patentele de mai sus, unele soluții tehnice de actuatori cu magnet mobil nu menționează modul de susținere și ghidare a elementului mobil, în timp ce altele descriu și sistemul de susținere și ghidare al acestuia. Astfel, în patentul US 5434549 unul sau două axe care se sprijină pe unul și respectiv două lagăre de alunecare asigură glisarea liniară a sistemului magnetic mobil. Un alt mijloc de glisare a sistemului magnetic mobil întâlnim în patentul US 7517721, unde se folosește un ansamblu mecanic conținând un glisor sau cursor ce alunecă de-a lungul unui ghidaj liniar (glisieră). În ambele cazuri, frecările uscate ce apar sunt relativ importante și afectează performanțele actuatorului și a sistemului în care funcționează, mai ales la nivele mici ale semnalelor de comandă. În plus, la cicluri dese de funcționare sau la frecvențe

ridicate, ca generator de vibrații, de exemplu, intervine după un timp uzura și degradarea acestor sisteme mecanice de glisare.

Problema pe care o rezolvă invenția este realizarea unui actuator cu magnet mobil multifuncțional prin eliminarea elementelor mecanice clasice de susținere și ghidare cu alunecare uscată, rezultând în consecință creșterea versatilității și îmbunătățirea caracteristicilor dinamice ale actuatorului.

Un actuator cu magnet mobil multifuncțional, conform invenției, conține un element mobil constituit din cel puțin un magnet permanent, un ax fixat de magnet (magneți) și un ferrofluid reținut în zonele magnetice polare în interstițiul dintre magnet (magneți) și peretele interior al unei carcase prevăzute cu cel puțin două înfășurări, astfel încât elementul mobil poate glisa prin intermediul ferrofluidului, în scopul realizării unei acțiuni mecanice externe ca efect al unui curent electric ce străbate înfășurările electrice, sau, la inversarea modului de funcționare, ca traductor, în scopul obținerii unui semnal electric ca urmare a unei acțiuni mecanice externe asupra dispozitivului.

Se dau, în continuare, trei exemple de realizare a actuatorului, în legătură cu figurile 1, 2 și 3, care reprezintă schemele în secțiune longitudinală pentru: actuatorul cu un magnet mobil, actuatorul cu doi magneți mobili și respectiv, actuatorul cu doi magneți mobili și doi magneți ficși de centrare a elementului mobil.

Actuatorul cu un magnet mobil (Fig. 1) are în alcătuire un magnet inelar sau cilindric găurit, 1, magnetizat axial și fixat de un ax nemagnetic 2 prevăzut cu un canal 3 și o piesă de fixare a magnetului 4, o carcasă din material nemetalic, 5, care adăpostește două înfășurări electrice identice, 6 și 6', două inele de ferrofluid, 7 și 7', precum și două capace, 8 și 9.

Pentru o poziție inițială simetrică a magnetului 1 față de înfășurările 6 și 6', conectate în serie și opoziție de fază, la trecerea unui curent continuu prin acestea, ca urmare a interacțiunii dintre curentul din înfășurări și componentele transversale ale fluxurilor magnetice situate în zonele celor doi poli ai magnetului 1, rezultă o forță electromagnetică asupra elementului mobil care produce deplasarea acestuia într-un sens ce depinde de sensurile fluxului magnetic și curentului ce interacționează. La schimbarea sensului curentului prin înfășurări, sensul deplasării se schimbă.

Un ferrofluid dispus în interstițiul magnet-carcasă și în apropierea celor doi poli magnetici, este puternic atras și reținut în aceste zone unde densitatea liniilor de câmp magnetic este maximă, formând două inele de ferrofluid 7 și 7', care sprijină și permite glisarea cu frecări minime a elementului mobil în timpul funcționării actuatorului. Ferrofluidul ales trebuie să fie nevolatil pentru a nu-și schimba proprietățile fizice în timp prin evaporare, interiorul actuatorului nefiind închis etanș față de mediul exterior.

Canalul 3 din axul 2, face legătura dintre cele două camere formate în interiorul carcasei 5, evitând comprimările elastice ale aerului din aceste camere. Prin trecerea forțată a aerului prin acest canal, se produce și un efect de amortizare a mișcării elementului mobil al actuatorului, util mai ales la creșterea preciziei de poziționare prin scurtarea timpului de oprire după o cursă rapidă, prin reducerea amplitudinii oscilațiilor în jurul punctului final.

Magnetul 1, este indicat să fie din NdFeB, material magnetic din care se realizează magneții cei mai puternici, cu produsul energetic  $BH > 300 \text{ kJ/m}^3$ .

Actuatorul cu doi magneți mobili (Fig. 2) conține doi magneți inelari, 1' și 1'', magnetizați axial și dispuși cu polii de același nume față în față pe axul nemagnetic 2 prevăzut cu un canal 3 și piesa de fixare a magneților 4, un ferrofluid, 7'', o carcasă din material nemetalic, 10, care adăpostește trei înfășurări electrice, 11, 12 și 13, un distanțier inelar, 14 și două capace, 8' și 9'.

Pentru o poziție inițială centrală a celor doi magneți, 1' și 1'', la trecerea curentului prin cele trei înfășurări, 11, 12 și 13, conectate în serie și opoziție de fază, elementul mobil se va deplasa într-un sens sau celălalt, funcție de sensul curentului, ca și în cazul actuatorului cu un magnet din figura 1, ca urmare a forțelor electromagnetice dezvoltate prin interacțiunea curentului din înfășurări cu fluxurile transversale de câmp magnetic ale celor doi magneți.

Distanțierul inelar 14 este confecționat dintr-un material magnetic pentru creșterea permeanței magnetice în spațiul dintre cei doi magneți mobili 1' și 1'' și creșterea în consecință a fluxului magnetic transversal ce străbate înfășurarea 12. Grosimea distanțierului și implicit distanța prevăzută dintre cei doi magneți contribuie de asemenea la creșterea fluxului magnetic transversal total prin înfășurarea 12, față de situația în care magneții ar fi în contact.

Comparativ cu actuatorul cu un magnet mobil din figura 1, indicat pentru construcții de mici dimensiuni și forțe reduse de acționare, actuatorul cu doi magneți și trei înfășurări poate asigura forțe statice și dinamice mult mai mari la axul de acționare al dispozitivului. De asemenea, configurația din figura 2 asigură forțe de atracție și presiuni magnetice în ferrofluid mult mai mari, datorită zonei inelare suplimentare cuprinsă între cei doi magneți, ceea ce permite creșterea capacității de susținere a elementului mobil și compensarea unor forțe dinamice transversale ridicate ce pot apare în timpul funcționării actuatorului.

Dacă actuatorul trebuie să aibă într-o aplicație o funcționare de tip proporțional, adică deplasarea produsă să fie proporțională cu curentul de comandă, sau trebuie să funcționeze în jurul poziției centrale a sistemului magnetic, ca în cazul unui generator de vibrații, atunci este necesară readucerea în poziția inițială a elementului mobil, la curentul zero prin înfășurări,

prin intermediul unor forțe de revenire de tip elastic, cum sunt forțele magnetice repulsive prezente în configurația din figura 3.

Actuatorul cu doi magneți mobili și doi magneți ficși (Fig. 3) se deosebește față de actuatorul cu doi magneți mobili din figura 2 prin prezența suplimentară a doi magneți inelari, 15 și 16, fixați în capacele profilate 17 și 18, astfel încât să prezinte poli de același nume față în față cu cei ai magneților mobili din apropiere.

În lipsa curentului de comandă, cei doi magneți mobili, 1' și 1'' ocupă poziția centrală a dispozitivului datorită forțelor magnetice repulsive dintre magneții ficși și magneții mobili din fața lor. La trecerea unui curent continuu prin cele trei înfășurări, 11, 12 și 13, cei doi magneți mobili se deplasează până într-un punct în care forța electromagnetică dezvoltată de actuator este echilibrată de forța magnetică repulsivă rezultantă dezvoltată de cele două perechi formate fiecare dintr-un magnet mobil și un magnet fix. Dacă se aplică un curent alternativ, elementul mobil va oscila în jurul poziției de echilibru cu frecvența acestui curent, actuatorul funcționând ca generator de vibrații.

Actuatorul cu magnet mobil ce face obiectul prezentei invenții, are și o funcționare reversibilă, în sensul că poate servi și ca traductor pentru măsurarea deplasărilor și vibrațiilor. Toate variantele prezentate în figurile 1, 2 și 3 pot fi folosite în măsurarea deplasărilor prin conectarea înfășurărilor în circuite electrice de măsurare adecvate, iar varianta cu forțe magnetice repulsive (Fig. 3) poate fi folosită și în măsurători de vibrații, când capătul exterior al axului dispozitivului este aplicat corpului aflat în vibrație.

Ferofluidul atașat sistemului magnetic mobil asigură glisarea fără uzură și cu frecare foarte mică a elementului mobil, evitând astfel folosirea lagărelor de alunecare tradiționale și, în plus, asigură preluarea și amortizarea șocurilor și vibrațiilor transversale produse asupra elementului mobil în timpul funcționării în regimuri dinamice severe, cum sunt cele cu viteze și accelerații ridicate.

## Bibliografie

1. N. Bianchi, S. Bolognani and F. Tonel, *Design consideration for a tubular linear PM servo motor*, EPEJ, vol. 11, no. 3, pp.41-47, 2001.

### Revendicări

1. Actuator cu magnet mobil multifuncțional, **caracterizat prin aceea că**, are în alcătuire un element mobil constituit din cel puțin un magnet permanent, 1 sau 1' și 1'', un ax, 2, fixat de magnet (magneți) și un ferrofluid, 7 și 7' sau 7'', reținut în jurul magnetului (magneților) în interstițiul dintre magnet (magneți) și peretele interior al unei carcase, 5 sau 10, prevăzute cu cel puțin două înfășurări, 6 și 6' sau 11, 12 și 13, astfel încât elementul mobil poate glisa prin intermediul ferrofluidului, în scopul realizării unei acțiuni mecanice externe ca efect al unui curent electric ce străbate înfășurările electrice, sau, la inversarea modului de funcționare, ca traductor, în scopul obținerii unui semnal electric ca urmare a unei acțiuni mecanice externe asupra dispozitivului.
2. Actuator cu magnet mobil multifuncțional, în conformitate cu revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că**, în scopul creșterii forței generate de dispozitiv și a forțelor și presiunilor magnetice din ferrofluid, se utilizează doi magneți mobili, 1' și 1'', așezați cu polii de același nume față în față și distanțați prin intermediul unei piese inelare feromagnetice, 14.
3. Actuator cu magnet mobil multifuncțional, în conformitate cu revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că**, în scopul asigurării unor forțe rezistente de tip elastic asupra elementului mobil, se prevăd doi magneți permanenți, 15 și 16, fixați la capetele dispozitivului cu polii de același nume față în față cu polii magneților mobili din vecinătate.

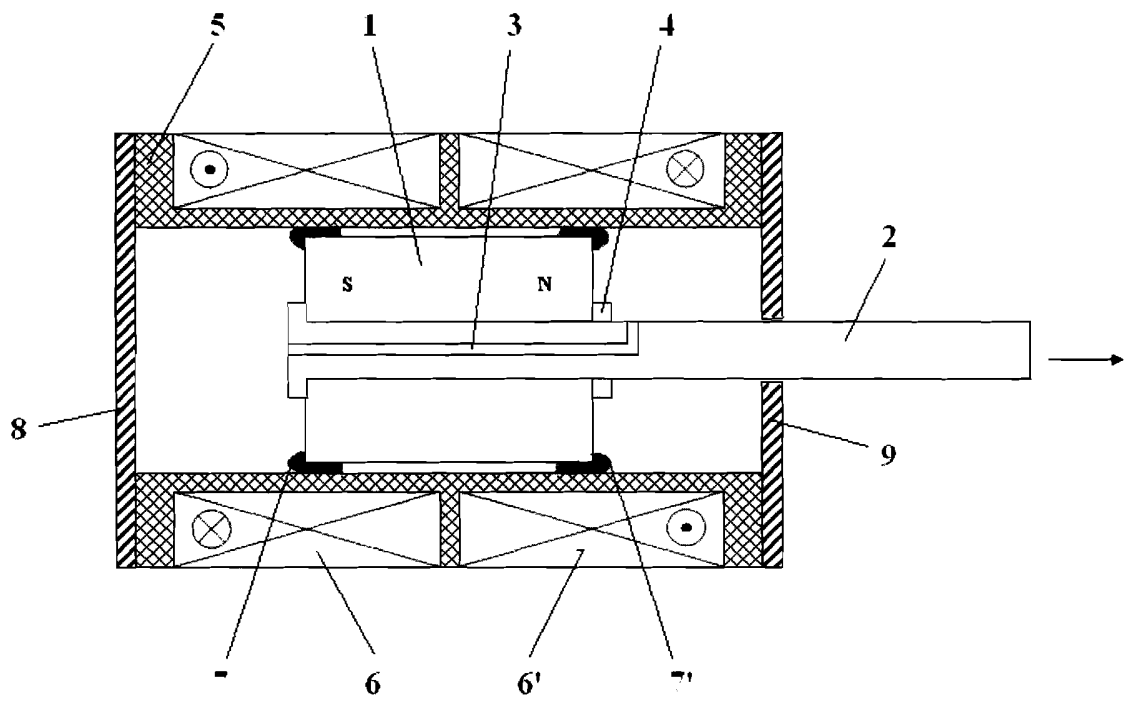


Fig. 1

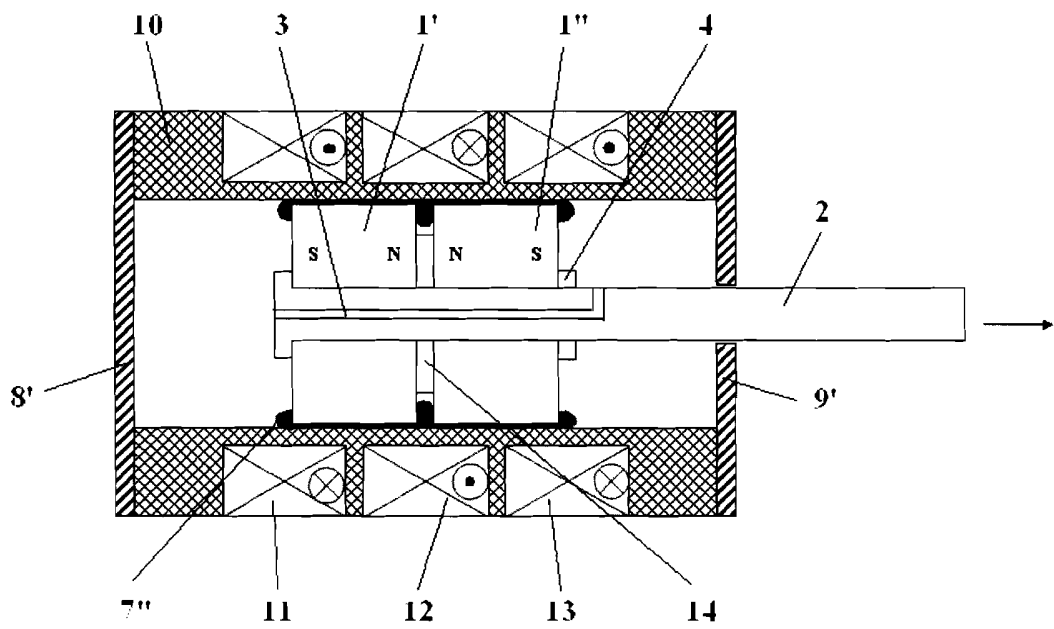


Fig. 2

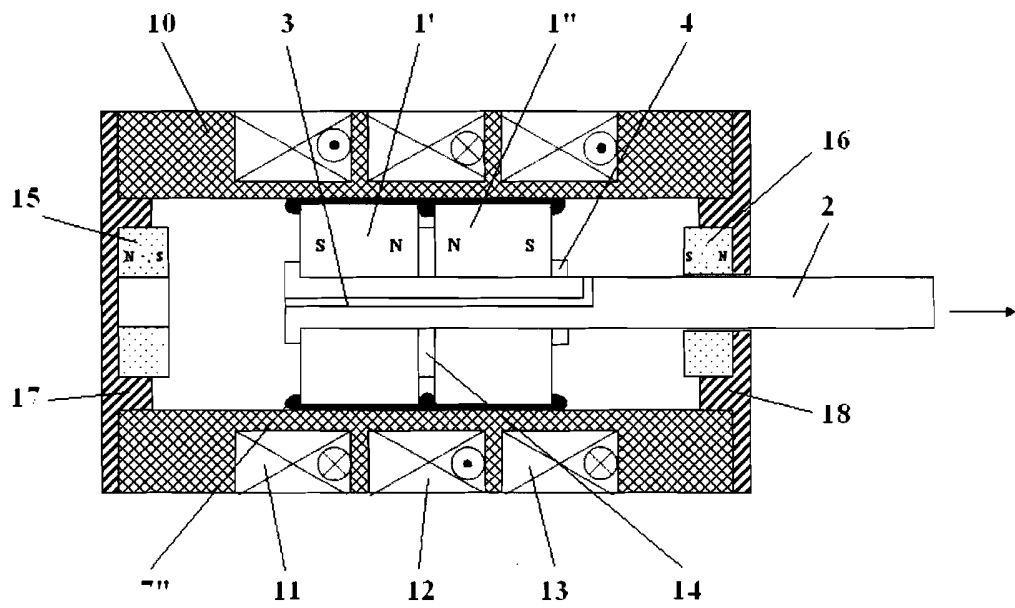


Fig. 3