



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 00863**

(22) Data de depozit: **02/11/2018**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/06/2023** BOPI nr. **6/2023**

(41) Data publicării cererii:
30/06/2020 BOPI nr. **6/2020**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE
ASACHI" DIN IAȘI, STR. PROF. DR. DOC.
DIMITRIE MANGERON NR. 67, IAȘI, IS, RO**

(72) Inventatori:
• **OLARU RADU, STR. RĂSĂRITULUI
NR. 139, SAT HLINCEA, COMUNA CIUREA,
IS, RO;**
• **PETRESCU CAMELIA-MIHAELA,
STR. PETRU PONI NR. 13, BL. 573A, SC. A,
ET. 3, AP. 16, IAȘI, IS, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
KR 20170103500 A; KR 20130090636 A

(54) **ARC MAGNETIC CU FORȚĂ ELASTICĂ CONTROLABILĂ**



RO 134250 B1

1 Invenția se referă la un dispozitiv magneto-electric de tip arc magnetic, la care
2 elasticitatea/rigiditatea poate fi variată controlat prin aplicarea unui curent de comandă,
3 dispozitivul fiind destinat a fi folosit drept element elastic ajustabil și controlabil în construirea
4 de dispozitive și sisteme ca: actuatori cu elasticitate variabilă pentru prinderea obiectelor
5 manipulate sau pentru legăturile și articulațiile roboților, amortizoare active de vibrații și
6 platforme vibro-izolatoare.

7 Arcurile magnetice au început să fie dezvoltate după apariția magneților de înaltă
8 performanță, pe bază de aliaje Nd-Fe-B, pentru înlocuirea arcurilor clasice mecanice supuse
9 uzurii și defectelor în cicluri de funcționare îndelungate și numeroase. Cele mai multe
10 configurații de arcuri magnetice pasive se bazează pe utilizarea a cel puțin doi magneți
11 poziționați repulsiv, dar există configurații cu magneți dispuși repulsiv și atractiv sau chiar
12 numai cu magneți atractivi. Firma LinMot-USA produce arcuri magnetice pasive (MagSpring),
13 care generează o forță rezistentă constantă pe toată lungimea cursei de deplasare și pot
14 înlocui cu succes arcurile mecanice pentru unele aplicații specifice. Modul de operare este
15 bazat pe forța atractivă a magneților permanenți.

16 O calitate în plus a arcurilor magnetice, față de cele mecanice, constă în posibilitatea
17 varierii elasticității pe o cale mult mai simplă, fiabilă și rapidă decât în cazul arcurilor
18 mecanice.

19 Este cunoscut un arc magnetic ce include un magnet permanent cilindric cu polari-
20 zare diametrală, ce formează o pereche de poli N-S, care este interpus la unul din capete
21 între două juguri magnetice dispuse față în față și un element mobil confecționat tot din
22 material magnetizabil și dispus la celălalt capăt al perechii de juguri, care este prevăzut a
23 avea o mișcare liniară pe o direcție perpendiculară pe axa magnetului (**US 9396858**). Forța
24 arcului magnetic este dată de forța magnetică de revenire a elementului mobil în poziția
25 corespunzătoare reluctanței magnetice minime a circuitului magnetic format, circuit parcurs
26 de fluxul magnetic generat de magnet. Rotirea magnetului pe cale manuală sau de un
27 motorăș determină modificarea acestui flux magnetic și, prin urmare, se obține variația forței
28 și elasticității arcului magnetic. Dezavantajul unui astfel de dispozitiv arc magnetic este că,
29 având o construcție mecanică destul de complicată și voluminoasă, care implică utilizarea
30 unui motorăș de acționare a magnetului rotitor, se obțin întârzieri în transmiterea comenzilor,
31 care afectează rapiditatea răspunsului arcului magnetic la curentul de comandă aplicat
32 motorășului, ceea ce îl face neadecvat pentru acele aplicații în procese cu desfășurare
33 rapidă sau în echipamente unde se impun restricții de volum și greutate și se cere un control
34 precis al procesului dinamic.

35 Se mai cunoaște un arc magnetic care conține un ax mobil din material magnetic
36 prevăzut cu cel puțin doi magneți și o parte cilindrică ca stator, tot din material magnetic,
37 profilată în interior pentru a prevedea un număr de dinți în număr egal cu numărul magneților
38 (**US 8550221**). Când axul este poziționat astfel încât magneții sunt față în față cu dinții
39 statorului și suprafața comună este maximă, forța magnetică a arcului este, de asemenea
40 maximă. Deplasarea axului din această poziție determină scăderea forței arcului.

41 Activarea arcului, cu modificarea în plus sau în minus a forței arcului și a elasticității
42 sale, se face prin aplicarea și varierea curentului continuu dintr-o bobină dispusă pe partea
43 stator. Un dezavantaj al invenției este acela că bobina cu miez feromagnetic, care prezintă
44 valori mari ale inductanței L, determinând și valori mari ale constantei de timp, L/R , R fiind
45 rezistența bobinei, nu este adecvată în transferul intrare-ieșire al semnalului de comandă cu
46 variație rapidă, într-o variație promptă, fără întârzieri, a semnalului de ieșire, respectiv forța
47 și elasticitatea arcului magnetic, în cazul unor procese cu dinamică ridicată.

RO 134250 B1

Alt dezavantaj constă în apariția în timpul funcționării și deplasării axiale a corpului mobil a unor forțe magnetice transversale importante, care pot produce vibrații transversale ce cresc cu viteza și accelerația axului. 1
3

Prin documentul **KR 20170103500 A/2017**, este cunoscut și un dispozitiv cu circuit electric pentru generarea unui cuplu variabil de forțe necesar pentru un ambreiaj, având o bobină electromagnetică înfășurată de-a lungul unei suprafețe circumferențiale exterioare a unei tije de lucru, prin care circulă un curent electric variat cu o rezistență variabilă, forța magnetică generată de bobină acționând atractiv asupra unui magnet permanent împotriva forței unui arc de revenire înfășurat pe exteriorul tije de acționare. 5
7
9

De asemenea, documentul **KR 20130090636 A/2013** prezintă un ansamblu magneto-electric pentru o supapă solenoidală pentru controlul apei calde, care include o cameră de supapă circulară, un corp principal de supapă, o diafragmă, un piston feromagnetic, un capac de piston și o bobină, o cameră de culisare a unui magnet permanent fiind prevăzută în centrul flanșei a bobinei solenoidului al cărui câmp acționează asupra magnetului permanent și asupra pistonului împotriva forței unui arc, pentru închiderea/deschiderea unei supape, formând un ansamblu de acționare a supapei. 11
13
15

Un obiectiv al invenției este creșterea preciziei și eficienței controlului forței și elasticității arcului magnetic în condiții de funcționare dinamică, prin reducerea timpului de răspuns, de a înlătura dezavantajele identificate. 17
19

Un alt obiectiv al invenției este creșterea capacității de miniaturizare, cerință impusă de unele aplicații, cum ar fi organele mobile ale roboților. 21

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui ansamblu tip arc magnetic cu forță cvasielastice reglabilă și în condiții de funcționare dinamică, cu gabarit redus. 23

Arcul magnetic cu elasticitate controlabilă, conform invenției, rezolvă această problemă tehnică prin aceea că cuprinde un ansamblu magnetic staționar constituit dintr-un magnet și două discuri de grosimi diferite aplicate pe cele două fețe ale magnetului, dintre care discul subțire este pe suprafața interioară a magnetului, un ansamblu magnetic mobil constituit dintr-un magnet dispus repulsiv față de magnetul staționar, un disc aplicat pe suprafața exterioară a magnetului și un ax de acționare, cele două ansambluri magnetice constituind un arc magnetic pasiv, precum și două bobine, dintre care una înconjoară ansamblul magnetic staționar și cealaltă înconjoară magnetul și piesa polară din ansamblul magnetic mobil, un inel din material magnetic fiind dispus între cele două bobine în zona întrefierului dintre cele două ansambluri magnetice introduse într-o carcasă din material magnetic, la trecerea unui curent electric prin bobine, forța și elasticitatea arcului magnetic fiind modificate funcție de mărimea și sensul curenților prin bobine. 25
27
29
31
33
35

Se dă în continuare un exemplu de realizare a arcului magnetic, în legătură și cu fig. 1 și 2, care reprezintă: 37

- fig. 1, schema arcului magnetic cu elasticitate controlabilă; 39

- fig. 2, graficul curbelor de variație a forțelor elastice extreme în funcție de poziția ansamblului mobil față de cel staționar. 41

Arcul magnetic cu elasticitate controlabilă (fig. 1) conține un ansamblu magnetic staționar **1** constituit dintr-un magnet **1'**, un disc subțire **1''** dispus pe fața superioară a magnetului și un disc gros **1'''** dispus pe fața inferioară a magnetului, ambele discuri fiind confecționate dintr-un material magnetic și un ansamblu magnetic mobil **2** format dintr-un magnet **2'**, un disc **2''** aplicat pe fața superioară a magnetului **2'**, realizat din material magnetic și un ax de acționare **2'''**, care poate fi în particular confecționat tot din material 43
45
47

RO 134250 B1

1 magnetic, prima variantă având avantajul că permite confecționarea unei piese feromag-
netice unice ce conține axul și discul și care se fixează direct pe magnet, eliminând astfel
3 realizarea unei îmbinări mecanice dintre ax și disc.

Dispozitivul mai conține o bobină **3** alcătuită dintr-o carcasă nemetalică **3'** și o
5 înfășurare electrică **3''**, o bobină **4** alcătuită, de asemenea, dintr-o carcasă nemetalică **4'** și
o înfășurare electrică **4''**, un inel **5** din material magnetic, un lagăr **9** pentru asigurarea glisării
7 axului **2'''**, o piesă inelară **10** pentru limitarea și amortizarea poziționării ansamblului mobil
în partea superioară a dispozitivului, un manșon distanțier **11** și o carcasă exterioară consti-
9 tuită dintr-o cămașă cilindrică **6**, un capac superior **7** și un capac inferior **8**, toate realizate
din material magnetic.

11 Cele două ansambluri magnetice, **1** și **2**, constituie un arc magnetic pasiv. Când un
curent $I=I^+$ parcurge cele două înfășurări cu sensul indicat în fig. 2, fluxurile magnetice create
13 de cele două bobine au același sens cu fluxul magnetic creat de magnetul înconjurat de
bobina respectivă. În aceste condiții, forța arcului magnetic crește, crescând în același timp
15 și panta curbei forță-deplasare, deci crește și valoarea constantei de elasticitate a arcului
magnetic. La schimbarea sensului curentului electric prin bobine, $I=I^-$, se întâmplă fenome-
17 nul invers, adică fluxurile magnetice create de bobine reduc fluxurile magnetice ale mag-
neților, ceea ce are ca efect reducerea forței arcului magnetic și a constantei elastice a arcu-
19 lui magnetic. Cele două bobine pot fi conectate electric între ele, când se dorește folosirea
aceluiasi curent prin cele două bobine, sau pot fi neconectate electric și parcurse de curenți
21 diferiți, atunci când aplicația impune anumite cerințe ce decurg din această opțiune.

Fig. 2 ilustrează cele două domenii de variație maximă a forțelor magnetoelastice ale
23 arcului, unul situat deasupra și altul dedesubtul curbei arcului magnetic pasiv ce corespunde
absenței curentului electric, $I=0$, limitate de curbele extreme ale forței obținute pentru curenții
25 maximi prin bobine, $I=I_M$.

Nivelul de control al elasticității arcului magnetic activ, N_c , pentru o poziție z_0 a
27 magnetului mobil **2'** față de discul superior **1''** al magnetului staționar **1**, prin aplicarea
curentului de comandă în intervalul (I^-, I^+) , se poate aprecia prin relația,

$$N_c = \frac{\Delta k}{k_0}$$

unde $k_0=dF/dz$ este constanta elastică a arcului magnetic pasiv în punctul z_0 , iar $\Delta k = k_1-k_2$
33 $= dF_1/dz-dF_2/dz$, reprezintă variația maximă a constantelor elastice în punctul z_0 , prin
aplicarea curenților prin bobine, I^+ și respectiv I^- .

35 În cazul curbelor din fig.2, valorile lui N_c depășesc cu mult 100%, ajungând la peste
150% în punctele de funcționare situate la începutul cursei ansamblului mobil.

37 Nivelul de control și parametrii de funcționare ai dispozitivului depind în mod hotărâtor
de componentele feromagnetice ale acestuia. Astfel, discul subțire **1''** al magnetului staționar
39 **1'** reduce substanțial forța repulsivă la apropierea magnetului mobil **2'** de suprafața discului
1'', creând condiția incipientă pentru creșterea semnificativă a controlului elasticității prin
41 introducerea celorlalte componente ale circuitului magnetic al celor două bobine și anume,
discul gros **1'''** al ansamblului staționar **1**, discul **2''** din ansamblul mobil **2**, carcasa, inelul **5**
43 și axul **2'''**, dacă acesta este confecționat din material magnetic.

Dispozitivul prezentat are ca principal avantaj capacitatea de a varia în cel mai simplu
45 și direct mod elasticitatea și forța arcului magnetic, modificând câmpul magnetic în spațiul
de funcționare cuprins între cele două ansambluri magnetice, prin suprapunerea peste
47 câmpul magnetic creat de cei doi magneți a câmpului magnetic produs de două bobine
parcurse de același curent de comandă sau de curenți diferiți.

RO 134250 B1

Revendicare

Arc magnetic cu forță elastică controlabilă, compus dintr-o carcasă cu o cămașă cilindrică (6) cu un capac superior (7) în interiorul căreia, spre capătul opus, este fixată o bobină (3) parcursă de curent electric în sens direct sau invers cu intensitate reglabilă, de generare a unei forțe de interacție magnetică cu un ansamblu magnetic mobil (2) constituit dintr-un magnet (2') fixat la capătul unui ax (2'') al cărui capăt opus iese din interiorul cămășii cilindrice (6) pentru aplicarea unei forțe mecanice de valoare reglabilă prin intensitatea și sensul curentului din bobina (3), **caracterizat prin aceea că**, mai cuprinde un ansamblu magnetic staționar (1) format dintr-un magnet (1') dispus repulsiv față de magnetul (2') și cu două discuri feromagnetice (1'' și 1''') de grosimi diferite atașate de cele două fețe ale lui, discul (1''') mai gros fiind fixat de un capac inferior (8) de care este fixată și cămașa cilindrică (6), iar peste bobina (3) este fixată o bobină (4) separată de ea printr-un inel (5) feromagnetic, în interiorul căreia culisează magnetul (2') de a cărui față superioară este fixat un disc feromagnetic (2'') de care este fixat axul (2''') trecut printr-o gaură din capacul superior (7) al carcasei.

