

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00863

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

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

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

(72) Inventatori:
• OLARU RADU, STR. RĂȘĂRITULUI
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

(54) ARC MAGNETIC CU ELASTICITATE CONTROLABILĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv electromagnetic de tip arc magnetic destinat a fi folosit în construirea de actuatori cu elasticitate variabilă pentru prinderea obiectelor manipulate sau pentru legăturile și articulațiile roboților, amortizoare active de vibrații și platforme vibro-izolatoare. Dispozitivul, conform invenției, cuprinde un ansamblu magnetic staționar (1), constituit dintr-un magnet (1') și două discuri (1'', 1''') de grosimi diferite și aplicate pe cele două fețe ale magnetului, un ansamblu magnetic mobil (2) constituit dintr-un magnet (2') dispus repulsiv față de magnetul staționar, un disc (2'') aplicat pe suprafața exterioară a magnetului și un ax de acționare (2'''), cele două ansambluri magnetice constituind un arc magnetic pasiv, două bobine (3, 4), un inel (5) din material magnetic, o carcasă exterioară constituită dintr-o cămașă cilindrică (6), un capac superior (7) și un capac inferior (8), în prezența curentului electric prin bobine, forța și elasticitatea arcului magnetic modificându-se în funcție de mărimea și sensul curenților prin bobine.

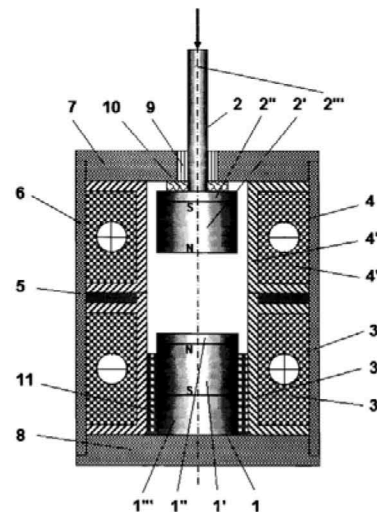
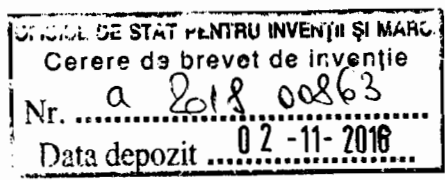


Fig. 1

Revendicări: 1
Figuri: 2





Arc magnetic cu elasticitate controlabilă

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

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

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

Este cunoscut un arc magnetic ce include un magnet permanent cilindric cu polarizare diametrală, ce formează o pereche de poli N-S, care este interpus la unul din capete între două juguri magnetice dispuse față în față și un element mobil confecționat tot din material magnetizabil și dispus la celălalt capăt al perechii de juguri, care este prevăzut a avea o mișcare liniară pe o direcție perpendiculară pe axa magnetului (US 9396858). Forța arcului magnetic este dată de forța magnetică de revenire a elementului mobil în poziția corespunzătoare reluctanței magnetice minime a circuitului magnetic format, circuit parcurs de fluxul magnetic generat de magnet. Rotirea magnetului pe cale manuală sau de un motorăș determină modificarea acestui flux magnetic și, prin urmare, se obține variația forței și elasticității arcului magnetic. Dezavantajul unui astfel de dispozitiv arc magnetic este că,

având o construcție mecanică destul de complicată și voluminoasă, care implică utilizarea unui motorăș de acționare a magnetului rotitor, se obțin întârzieri în transmiterea comenzilor, care afectează rapiditatea răspunsului arcului magnetic la curentul de comandă aplicat motorășului, ceea ce îl face neadecvat pentru acele aplicații în procese cu desfășurare rapidă sau în echipamente unde se impun restricții de volum și greutate și se cere un control precis al procesului dinamic.

Se mai cunoaște un arc magnetic care conține un ax mobil din material magnetic prevăzut cu cel puțin doi magneti și o parte cilindrică ca stator, tot din material magnetic, profilată în interior pentru a prevedea un număr de dinți în număr egal cu numărul magnetilor (US 8550221). Când axul este poziționat astfel încât magnetii sunt față în față cu dinții statorului și suprafața comună este maximă, forța magnetică a arcului este, de asemenea maximă. Deplasarea axului din această poziție determină scăderea forței arcului. Activarea arcului, cu modificarea în plus sau în minus a forței arcului și a elasticității sale, se face prin aplicarea și varierea curentului continuu dintr-o bobină dispusă pe partea stator. Un dezavantaj al invenției este acela că bobina cu miez feromagnetic, care prezintă valori mari ale inductanței L , determinând și valori mari ale constantei de timp, L/R , R fiind rezistența bobinei, nu este adecvată în transferul intrare-ieșire al semnalului de comandă cu variație rapidă, într-o variație promptă, fără întârzieri, a semnalului de ieșire, respectiv forța și elasticitatea arcului magnetic, în cazul unor procese cu dinamică ridicată. 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.

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.

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

Arcul magnetic cu elasticitate controlabilă, cuprinzând 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, 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 dispus între cele două bobine în

zona întrefierului dintre cele două ansambluri magnetice și o carcasă din material magnetic, este caracterizat prin aceea că, la trecerea unui curent electric prin bobine, se modifică forța și elasticitatea arcului magnetic funcție de mărimea și sensul curenților prin bobine.

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

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

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

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, sau nu, confecționat tot din material magnetic, prima variantă având avantajul că permite confecționarea unei piese feromagnetice unice ce conține axul și discul și care se fixează direct pe magnet, eliminând astfel realizarea unei îmbinări mecanice dintre ax și disc. Dispozitivul mai conține o bobină 3 alcătuită dintr-o carcasă nemetalică 3' și o 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 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 exterioră constituită dintr-o camașă cilindrică 6, un capac superior 7 și un capac inferior 8, toate realizate din material magnetic.

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 figura 2, fluxurile magnetice create 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 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 fenomenul invers, adică fluxurile magnetice create de bobine reduc fluxurile magnetice ale magnetelor, ceea ce are ca efect reducerea forței arcului magnetic și a constantei elastice a arcului magnetic. Cele două bobine pot fi conectate electric între ele, când se dorește folosirea aceleiași curent prin cele două bobine, sau pot fi neconectate electric și parcurse de curenți diferiți, atunci când aplicația impune anumite cerințe ce decurg din această opțiune.

Figura 2 ilustrează cele două domenii de variație maximă a forțelor magnetoelastice ale 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 maximi prin bobine, $I=I_M$.

Nivelul de control al elasticității arcului magnetic activ, N_c , pentru o poziție z_0 a 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 $\Delta k = k_1 - k_2 = dF_1/dz - dF_2/dz$, reprezintă variația maximă a constantelor elastice în punctul z_0 , prin aplicarea curenților prin bobine, $I+$ și respectiv $I-$.

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

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 1' reduce substanțial forța repulsivă la apropierea magnetului mobil 2' de suprafața discului 1'', creând condiția incipientă pentru creșterea semnificativă a controlului elasticității prin 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 și axul 2''', dacă acesta este confecționat din material magnetic.

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

Revendicare

Arc magnetic cu elasticitate controlabilă, cuprinzând un ansamblu magnetic staționar constituit dintr-un magnet și două discuri feromagnetice de grosimi diferite aplicate pe cele două fețe ale magnetului, dintre care discul mai subțire este dispus pe suprafața interioară a magnetului, un ansamblu magnetic mobil constituit dintr-un magnet dispus repulsiv față de magnetul din ansamblul staționar, un disc feromagnetic aplicat pe suprafața exterioară a magnetului și un ax de acționare, cele două ansambluri magnetice constituind un arc magnetic pasiv, două bobine, dintre care una înconjoară ansamblul magnetic staționar și cealaltă înconjoară magnetul și discul din ansamblul magnetic mobil, un inel feromagnetic dispus între cele două bobine în zona întrefierului dintre cele două ansambluri magnetice și o carcasă feromagnetică, care **este caracterizat prin aceea că**, în prezența curentului electric prin bobine, se modifică forța și elasticitatea arcului magnetic funcție de mărimea și sensul curenților prin cele două bobine.

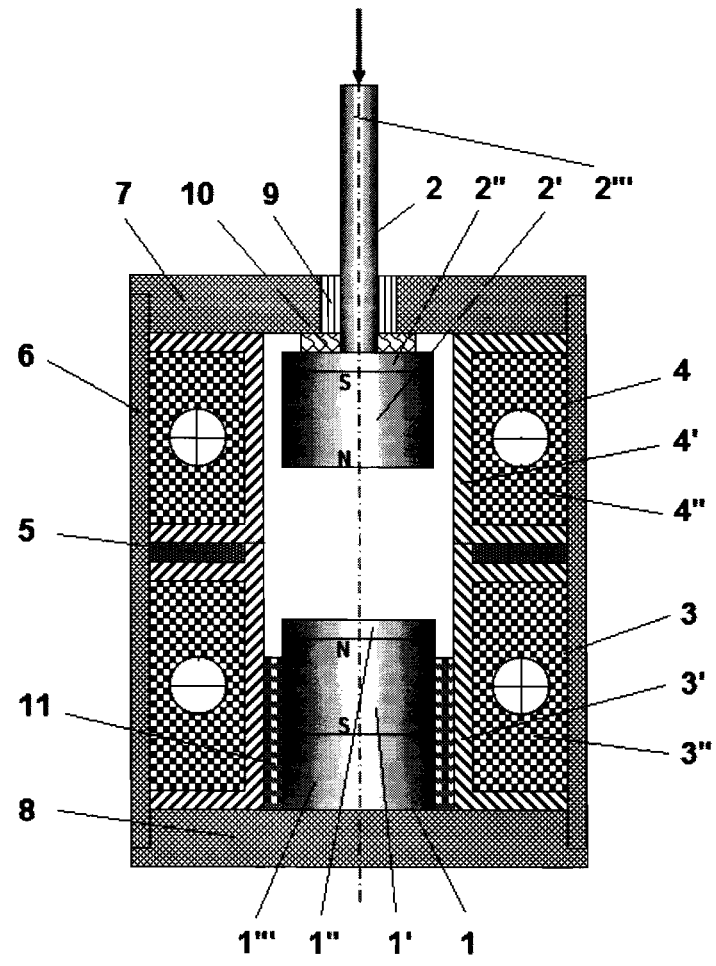


Fig. 1.

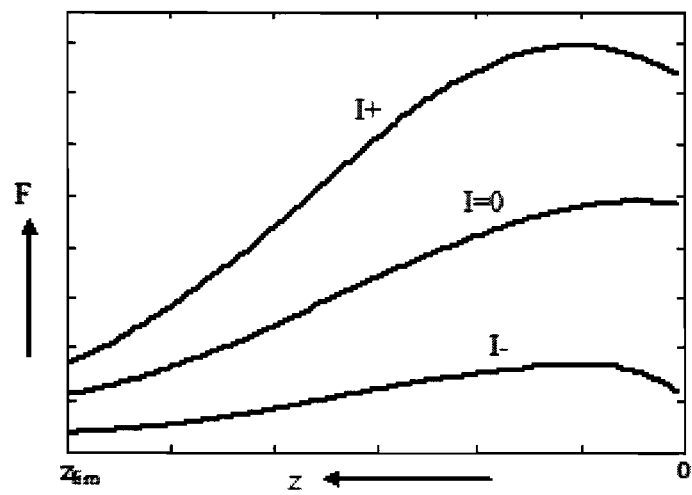


Fig. 2.