



H01F 7/06 (2006.01),

H01F 7/14 (2006.01),

H02K 7/18 (2006.01),

F03G 7/00 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00005**

(22) Data de depozit: **06/01/2016**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/08/2018** BOPI nr. **8/2018**

(41) Data publicării cererii:
30/05/2016 BOPI nr. **5/2016**

(73) Titular:
• **BMEnergy S.R.L.**, STR. DONATH NR. 80,
AP. 11, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA**, STR. MEMORANDUMULUI
NR. 28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• **BREBAN ȘTEFAN**, STR. ALVERNA NR.
77, AP. 25, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

• **TEODOSESCU PETRE DOREL**,
STR. CÂMPULUI NR. 161, BL. CORP A,
SC. 1, AP. 3, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• **NEAG ADRIANA VOICA**,
ALEEA MOLDOVEANU NR. 11, AP. 5,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• **CHIRCA MIHAI**, STR. DONATH NR. 115,
BL. O2, AP. 16, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
GB 1461906 A; EP 0558362 A1

(54) **ACTUATOR ELECTROMECHANIC CU DISPOZITIV
ELECTRONIC DE COMANDĂ**



RO 131166 B1

1 Invenția se referă la un actuator electromecanic cu dispozitiv electronic de comandă
destinat acționării rotative a oricăror elemente sau echipamente care necesită o rotație de
3 maximum 180°.

 Sunt cunoscute actuatore rotative având diferite forme și principii constructive. În
5 documentul **US 3039027** se prezintă un actuator electromecanic care permite acționarea
rotorului prin intermediul unor roți dințate, nefiind prevăzut cu magneți permanenți.

7 În documentul **US 3221191** sunt prezentate mai multe tipologii de actuatore electro-
mecanice având diferite forme constructive pentru rotor. De asemenea, acest document pre-
9 zintă posibilitatea utilizării unor resorturi pentru a menține rotorul într-o anumită poziție.

 Documentul **EP 0558362 B1 (US 5334893)** dezvăluie diferite tipologii de actuatore
11 electromecanice care dezvoltă un cuplu aproximativ independent de poziția unghiulară a
rotorului. Rotoarele actuatorelor au în componență magneți permanenți. În fig. 5 a docu-
13 mentului **EP 0558362 B1** este schițată o structură asemănătoare cu cea detaliată în prezenta
invenție.

15 Documentul **EP 1001510 B1** prezintă alte tipologii de actuatore electromecanice cu
magneți permanenți.

17 În documentul **EP 1581991 B1** este prezentat un actuator care are două poziții de
staționare stabile, la curent zero. Acesta are dezavantajul că necesită tensiune de alimentare
19 de ambele polarități, în cazul utilizării unei singure înfășurări, pentru a deplasa rotorul dintr-o
poziție stabilă în alta. Dacă, în schimb, sunt utilizate două sau mai multe înfășurări, poate fi
21 folosită comanda unipolară, dar distinctă, folosind două semnale electrice de comandă,
diferențiate, pentru a deplasa rotorul dintr-o poziție stabilă în alta.

23 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în obținerea unei mișcări rotative
de maximum 180° la alimentarea unui electromagnet din componența actuatorului, revenirea
25 în poziția inițială făcându-se cu un resort circular de torsiune.

 Actuatorul electromecanic destinat acționării rotative cu rotație unghiulară maximă
27 de 180°, cuprinzând:

 - un stator alcătuit din cel puțin doi poli statorici, realizați dintr-un material cu perme-
29 abilitate magnetică ridicată, în jurul a cel puțin unui pol statoric fiind dispusă cel puțin o
înfășurare care se montează pe un suport izolan, între polii statorici fiind cel puțin o legătură
31 magnetică;

 - un rotor, alcătuit dintr-un ax și cel puțin un magnet permanent, este caracterizat prin
33 aceea că legătura magnetică dintre polii statorici este realizată din cel puțin două plăci late-
rale, realizate dintr-un material cu permeabilitate magnetică ridicată, care fixează polii stato-
35 rici, dintr-o placă superioară și o placă inferioară, realizate dintr-un material cu permeabilitate
magnetică ridicată, plăcile laterale și plăcile superioară, respectiv inferioară, fiind fixate astfel
37 încât să formeze împreună un ansamblu rigid, axul fiind montat pe niște rulmenți care sunt
fixați în plăcile superioară, respectiv inferioară.

39 Conform unui alt aspect al invenției, revenirea rotorului actuatorului din poziția finală
în poziția inițială se face folosind un resort circular de torsiune, care se fixează la un capăt
41 de placa superioară, iar la celălalt capăt de ax, prin intermediul unui element de legătură.

 Conform unui alt aspect al invenției, rotorul este alcătuit din cel puțin doi magneți per-
43 manenți, cu formă paralelipipedică și magnetizare pe direcția radială a rotorului, fixați prin
lipire, sau printr-o altă metodă de fixare, pe o bușă suport, realizată dintr-un material cu per-
45 meabilitate magnetică ridicată, bușă suport fiind montată pe axul rotorului cu ajutorul unor
știfturi filetate.

RO 131166 B1

Conform unui alt aspect al invenției, rotorul este alcătuit din cel puțin doi magneti permanenți, cu formă paralelipipedică și magnetizare pe direcția radială a rotorului, fixați prin lipire, sau printr-o altă metodă de fixare, direct pe axul rotorului, cu condiția ca axul să fie realizat dintr-un material cu permeabilitate magnetică ridicată și să aibă cel puțin două laturi drepte și paralele în plan transversal, pe care să poată fi montați magnetii permanenți.	1 3 5
Conform unui alt aspect al invenției, rotorul este alcătuit dintr-un singur magnet permanent, de formă cilindrică, având direcția de magnetizare radială, fiind prevăzut cu o gaură pe direcția axială, pe unde va fi introdus axul, magnetul permanent fiind fixat de ax prin lipire, sau printr-o altă metodă de fixare.	7 9
Conform unui alt aspect al invenției, actuatorul electromecanic mai conține un dispozitiv electronic pentru comanda actuatorilor electromecanice, alcătuit dintr-o diodă Zenner de declanșare comandă, rezistențe de limitare a curentului, o diodă Zenner pentru limitarea tensiunii de comandă a tranzistorului de putere care este de structură tranzistor cu comandă în câmp și diodă supresoare.	11 13
Conform unui alt aspect al invenției, tranzistorul de putere este de structură tranzistor cu comandă în câmp, diodă supresoare și tranzistor bipolar cu rol de adaptare a semnalului de comandă pentru tranzistorul de putere.	15 17
Invenția are principalul avantaj că nu necesită alimentarea înfășurărilor cu tensiune de ambele polarități, pozitivă și negativă, sau comanda unipolară distinctă a înfășurărilor pentru a deplasa rotorul acestuia între cele două poziții de staționare. Astfel, comanda electrică a actuatorului poate fi făcută facil, prin intermediul unui singur semnal de comandă unipolar de la o sursă de tensiune continuă, folosind un releu sau un dispozitiv electronic de putere. Invenția mai are avantajul că permite o construcție modulară a actuatorului electromecanic.	19 21 23
Se dau, în continuare, două exemple de realizare a invenției, în legătură și cu fig. 1...10, care prezintă:	25
- fig. 1, vedere explodată a actuatorului electromecanic într-un prim exemplu de realizare;	27
- fig. 2, secțiune radială a actuatorului electromecanic într-un prim exemplu de realizare;	29
- fig. 3a, 3b, actuatorul electromecanic într-un prim exemplu de realizare, în poziția inițială, respectiv finală, pentru o rotație de 90°;	31
- fig. 4, caracteristici de funcționare ale actuatorului electromecanic într-un prim exemplu de realizare;	33
- fig. 5, vedere explodată a actuatorului electromecanic într-un al doilea exemplu de realizare;	35
- fig. 6, secțiune radială a actuatorului electromecanic într-un al doilea exemplu de realizare;	37
- fig. 7a, 7b, actuatorul electromecanic într-un al doilea exemplu de realizare, în poziția inițială, respectiv finală, pentru o rotație de 90°;	39
- fig. 8, caracteristici de funcționare ale actuatorului electromecanic într-un al doilea exemplu de realizare;	41
- fig. 9, schema circuitului de comandă a actuatorului într-un prim exemplu de realizare;	43
- fig. 10, schema circuitului de comandă a actuatorului într-un al doilea exemplu de realizare.	45
În cele ce urmează este descris actuatorul electromecanic într-un prim exemplu de realizare a invenției (fig. 1 și 2). Acesta are în componență un stator și un rotor. Statorul este alcătuit din două plăci laterale 1 , realizate dintr-un material cu permeabilitate magnetică ridicată, care fixează, cu șuruburi, doi poli statorici 2 , realizați dintr-un material cu permeabilitate	47 49

RO 131166 B1

1 magnetică ridicată, în jurul cărora se dispun două înfășurări (bobine) **3** care se montează pe
un suport izolant **4**. Plăcile laterale **1** se montează, cu șuruburi, pe alte două plăci cu
3 permeabilitate magnetică ridicată, una superioară **5**, iar cealaltă inferioară **6**, formând astfel
un ansamblu rigid. Plăcile **5** și **6** sunt prevăzute fiecare cu câte un locaș circular în care se
5 introduc rulmenții **7**, care permit montarea axului **8**. Rotorul este alcătuit dintr-un ax **8** pe care
este montată o bucșă suport **18**, realizată dintr-un material cu permeabilitate magnetică ridi-
7 cată, fixată cu ajutorul unor știfturi filetate **17**. Pe bucșa suport **18** se fixează prin lipire mag-
neții permanenți **9**. Acești doi magneți permanenți **9** au formă paralelipipedică și magnetizare
9 pe direcția radială a rotorului. Resortul circular de torsiune **16** se plasează în jurul axului **8**,
fiind distanțat de acesta printr-o bucșă **12**. Resortul circular de torsiune **16** se fixează la un
11 capăt de placa superioară **5**, iar la celălalt capăt de axul **8** prin intermediul unui element de
legătură **13**. Acest element de legătură **13** este o piesă metalică fixată pe axul **8** cu un știft
13 filetat **17**. Pe placa inferioară se montează două știfturi metalice **14** care, împreună cu bucșa
15, fixată pe axul **8** printr-un știft filetat **17**, vor permite limitarea cursei actuatorului electro-
15 mecanic.

În continuare, se indică modul de funcționare al actuatorului electromecanic pentru
17 o rotație de 90° . Poziția inițială a rotorului actuatorului este precum cea prezentată în fig. 3a,
axul de magnetizare al magneților permanenți **9** fiind la 45° față de axul de magnetizare al
19 polilor statorici **2**. Dacă în această poziție inițială înfășurările **3** nu sunt alimentate, actuatorul
electromecanic dezvoltă un cuplu reluctant și un cuplu dat de resortul circular de torsiune **16**.
21 Din fig. 4 se poate observa că în această poziție cele două cupluri sunt negative, în sensul
alinierii axei de magnetizare a rotorului cu axa de magnetizare a statorului. Suma celor două
23 cupluri, cel reluctant și cel al resortului circular de torsiune **16**, reprezintă cuplul total dez-
voltat de actuator pentru această poziție, când înfășurările nu sunt alimentate. Dacă înfășu-
25 rările **3** sunt alimentate cu o tensiune continuă, actuatorul electromecanic dezvoltă un cuplu
electromagnetic pozitiv (fig. 4). Dacă suma dintre cuplul electromagnetic și cuplul dat de
27 resortul circular de torsiune **16** este mai mare ca zero (fig. 4), pe tot intervalul de rotație (de
la 45° la 135°), rotorul se deplasează din poziția inițială (fig. 3a) în poziția finală (fig. 3b),
29 unde este menținut cât timp înfășurările **3** sunt alimentate cu tensiune continuă, datorită
cuplului electromagnetic de valoare superioară celui dat de resortul circular de torsiune **16**,
31 care este de sens contrar. Dacă se deconectează înfășurările **3** de la tensiunea continuă de
alimentare, rotorul actuatorului revine din poziția finală (fig. 3b) în poziția inițială (fig. 3a) cu
33 condiția ca suma dintre cuplul reluctant și cuplul dat de resortul circular de torsiune **16** să fie
mai mică ca zero (fig. 4), pe tot intervalul de rotație (de la 135° la 45°).

În cele ce urmează, este descris actuatorul electromecanic într-un al doilea exemplu
35 de realizare a invenției (fig. 5 și 6). Spre deosebire de primul exemplu de realizare a invenției
(fig. 1 și 2), unde cei doi magneți permanenți **9** aveau forma paralelipipedică, în al doilea
37 exemplu de realizare (fig. 5 și 6) se utilizează un singur magnet permanent **9** de formă cilin-
drică, fiind prevăzut cu o gaură pe direcția axială, pe unde va fi introdus axul **8**, direcția de
39 magnetizare a magnetului permanent **9** fiind radială. Pentru fixarea magnetului permanent
41 **9** pe axul **8** se poate utiliza o bucșă **10** cu niște știfturi **11**, bucșa **10** fiind prinsă de axul **8** prin
intermediul unor știfturi **17**, iar știfturile **11** fiind introduse în niște locașuri special prevăzute
43 în magnetul permanent **9**.

O altă soluție de fixare a magnetului permanent **9** pe axul **8** este prin lipire.

45 O altă posibilitate de realizare a rotorului actuatorului electromecanic este cu magneți
permanenți **9** având formă de arc de cerc, așa cum este prezentat în EP 0558362 B1, fig. 5.

RO 131166 B1

Modul de funcționare al actuatorului electromecanic în al doilea exemplu de realizare a invenției, pentru o rotație de 90° , este prezentat în fig. 7a, 7b și fig. 8, fiind identic cu modul de funcționare prezentat pentru primul exemplu de realizare a invenției. Din fig. 8 se observă că, pentru acest tip de magnet permanent **9** cilindric, cu magnetizare radială, cuplul reluctant are valori foarte mici, astfel că în poziția inițială (fig. 7a), când înfășurările **3** nu sunt alimentate cu tensiune continuă, cuplul total dezvoltat de actuator este aproape în totalitate format din cuplul resortului circular de torsiune **16**.

În fig. 9 și 10 se dau două scheme ale unor circuite electronice de comandă pentru actuatorul electromecanic. Principiul de funcționare se bazează pe generarea unor impulsuri de comandă a tranzistorului de putere **e** în funcție de tensiunea de alimentare continuă. Dacă tensiunea de alimentare continuă depășește un anumit prag, dioda Zenner **a** intră în conducție și duce la generarea unui impuls de comanda în grila tranzistorului **e**. Acest impuls este aplicat în mod direct (fig. 9) sau prin intermediul unui tranzistor bipolar (fig. 10). Se mai utilizează rezistențe de limitare a curentului **b**, o diodă Zenner **c** pentru limitarea tensiunii de comandă a tranzistorului de putere **e** și o diodă supresoare **d**. Circuitele se caracterizează prin complexitate redusă, funcționare robustă și cost redus de implementare.

Acest actuator electromecanic cu dispozitiv electronic de comandă consumă energie electrică doar pentru a menține rotorul într-una din cele două poziții de staționare, cealaltă poziție fiind stabilă, la curent zero, prin înfășurările actuatorului, datorită cuplului dat de resortul circular tensionat de torsiune și a cuplului reluctant.

Domeniul de aplicare pentru care a fost dezvoltat actuatorul electromecanic cu dispozitiv electronic de comandă, conform invenției, necesită cuplu de menținere a poziției semnificativ pentru ambele poziții de staționare. Aplicația se referă la rotirea, cu 90° , a derivei (aripii cozii) unei turbine eoliene. Aceasta se realizează când turația generatorului electric depășește o anumită valoare, implicit tensiunea la bornele generatorului depășește un anumit prag, determinând activarea dispozitivului electronic de comandă și alimentarea înfășurărilor actuatorului electromecanic. Astfel, se realizează scoaterea din vânt a palelor turbinei, când viteza vântului depășește valoarea pentru care turbina debitează putere maximă, sau când generatorul funcționează în gol, pentru evitarea supra-turației turbinei. Dacă tensiunea la bornele generatorului este alternativă, ea trebuie redresată pentru a furniza tensiune continuă dispozitivului electronic de comandă și înfășurărilor actuatorului.

Totuși, utilizarea acestui tip de actuator electromecanic cu dispozitiv electronic de comandă nu este limitată la aplicația expusă mai sus, actuatorul putând fi folosit în orice domeniu de întrebuițare potrivit, cu sau fără dispozitivul electronic de comandă.

RO 131166 B1

Revendicări

1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
27
29
31
33
35
37
39
41
43
45

1. Actuator electromecanic destinat acționării rotative cu rotație unghiulară maximă de 180°, cuprinzând:

- un stator alcătuit din cel puțin doi poli statorici (2), realizați dintr-un material cu permeabilitate magnetică ridicată, în jurul a cel puțin unui pol statoric (2) fiind dispusă cel puțin o înfășurare (3) care se montează pe un suport izolant (4), între polii statorici (2) fiind cel puțin o legătură magnetică;

- un rotor alcătuit dintr-un ax (8) și cel puțin un magnet permanent (9), **caracterizat prin aceea că** legătura magnetică dintre polii statorici (2) este realizată din cel puțin două plăci laterale (1), realizate dintr-un material cu permeabilitate magnetică ridicată, care fixează polii statorici (2), dintr-o placă superioară (5), realizată dintr-un material cu permeabilitate magnetică ridicată, și o placă inferioară (6), realizată dintr-un material cu permeabilitate magnetică ridicată, plăcile laterale (1) și plăcile superioară (5), respectiv inferioară (6) fiind fixate astfel încât să formeze împreună un ansamblu rigid, axul (8) fiind montat pe niște rulmenți (7), care sunt fixați în plăcile superioară (5), respectiv inferioară (6).

2. Actuator electromecanic, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** revenirea rotorului actuatorului din poziția finală în poziția inițială se face folosind un resort circular de torsiune (16), care se fixează la un capăt de placa superioară (5), iar la celălalt capăt de ax (8), prin intermediul unui element de legătură (13).

3. Actuator electromecanic, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** rotorul este alcătuit din cel puțin doi magneți permanenți (9), cu formă paralelipipedică și magnetizare pe direcția radială a rotorului, fixați prin lipire sau printr-o altă metodă de fixare, pe o bucsă suport (18), realizată dintr-un material cu permeabilitate magnetică ridicată, bucsa suport (18) fiind montată pe axul (8) rotorului cu ajutorul unor știfturi filetate (17).

4. Actuator electromecanic, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** rotorul este alcătuit din cel puțin doi magneți permanenți (9), cu formă paralelipipedică și magnetizare pe direcția radială a rotorului, fixați prin lipire sau printr-o altă metodă de fixare, direct pe axul (8) rotorului, cu condiția ca axul (8) să fie realizat dintr-un material cu permeabilitate magnetică ridicată și să aibă cel puțin două laturi drepte și paralele în plan transversal, pe care să poată fi montați magneții permanenți (9).

5. Actuator electromecanic, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** rotorul este alcătuit dintr-un singur magnet permanent (9), de formă cilindrică, având direcția de magnetizare radială, fiind prevăzut cu o gaură pe direcția axială, pe unde va fi introdus axul (8), magnetul permanent (9) fiind fixat de ax (8) prin lipire, sau printr-o altă metodă de fixare.

6. Actuator electromecanic, conform oricăreia dintre revendicările 1...5, **caracterizat prin aceea că** mai conține un dispozitiv electronic pentru comanda actualelor electromecanice, alcătuit dintr-o diodă Zenner de declanșare comandă (a), rezistențe de limitare a curentului (b), o diodă Zenner (c) pentru limitarea tensiunii de comandă a tranzistorului de putere (e), care este de structură tranzistor cu comandă în câmp și diodă supresoare (d).

7. Actuator electromecanic, conform revendicării 6, **caracterizat prin aceea că** tranzistorul de putere (e) este de structură tranzistor cu comandă în câmp, diodă supresoare (d) și tranzistor bipolar (f) cu rol de adaptare a semnalului de comandă pentru tranzistorul de putere (e).

(51) Int.Cl.

H01F 7/06 (2006.01);

H01F 7/14 (2006.01);

H02K 7/18 (2006.01);

F03G 7/00 (2006.01)

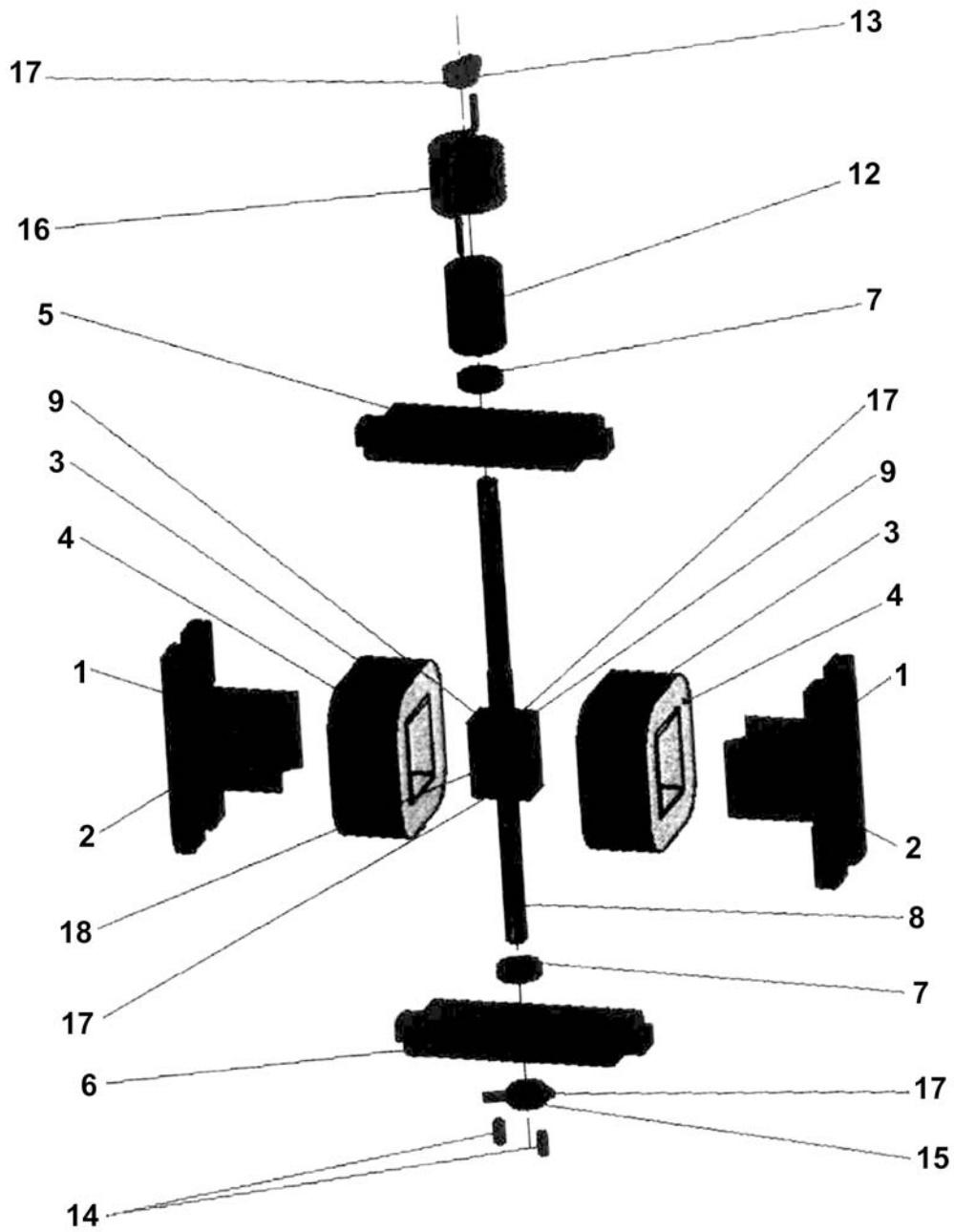


Fig. 1

(51) Int.Cl.

H01F 7/06 (2006.01);
H01F 7/14 (2006.01);
H02K 7/18 (2006.01);
F03G 7/00 (2006.01)

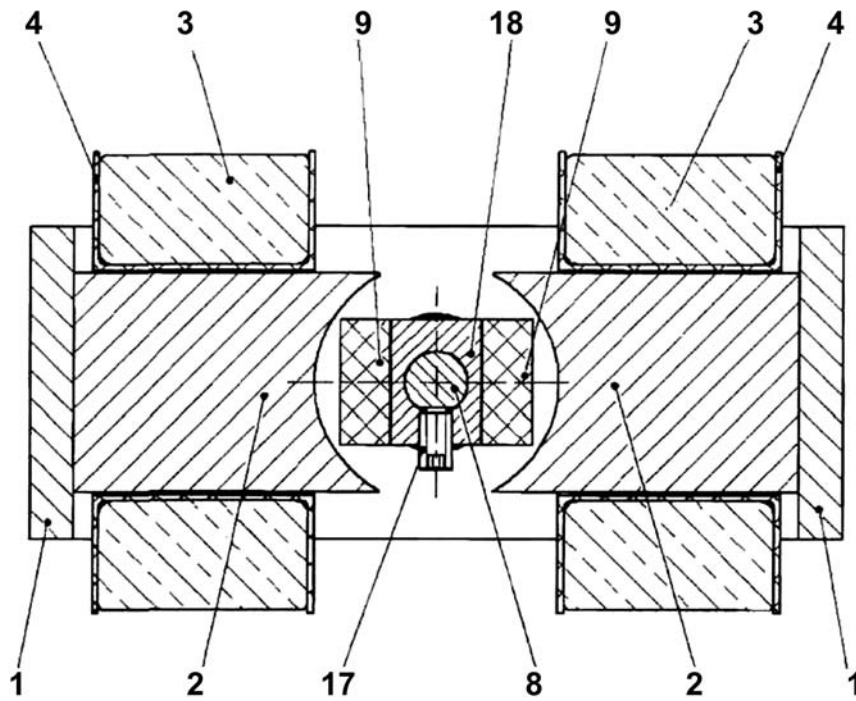


Fig. 2

(51) Int.Cl.

H01F 7/06 (2006.01);

H01F 7/14 (2006.01);

H02K 7/18 (2006.01);

F03G 7/00 (2006.01)

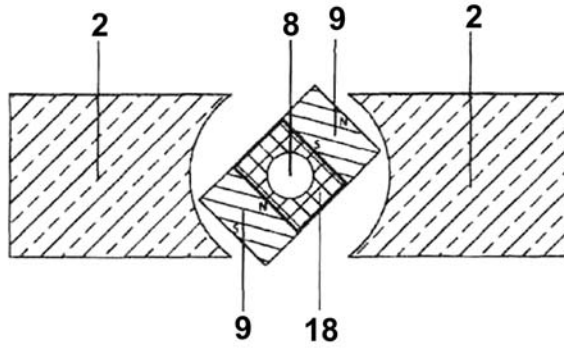


Fig. 3a

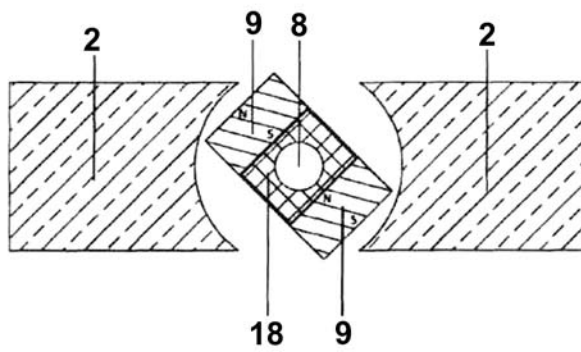


Fig. 3b

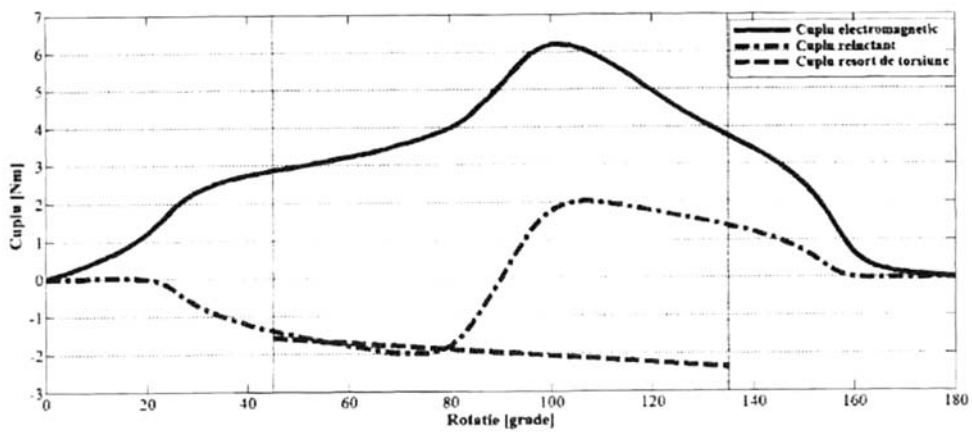


Fig. 4

(51) Int.Cl.

H01F 7/06 (2006.01);

H01F 7/14 (2006.01);

H02K 7/18 (2006.01);

F03G 7/00 (2006.01)

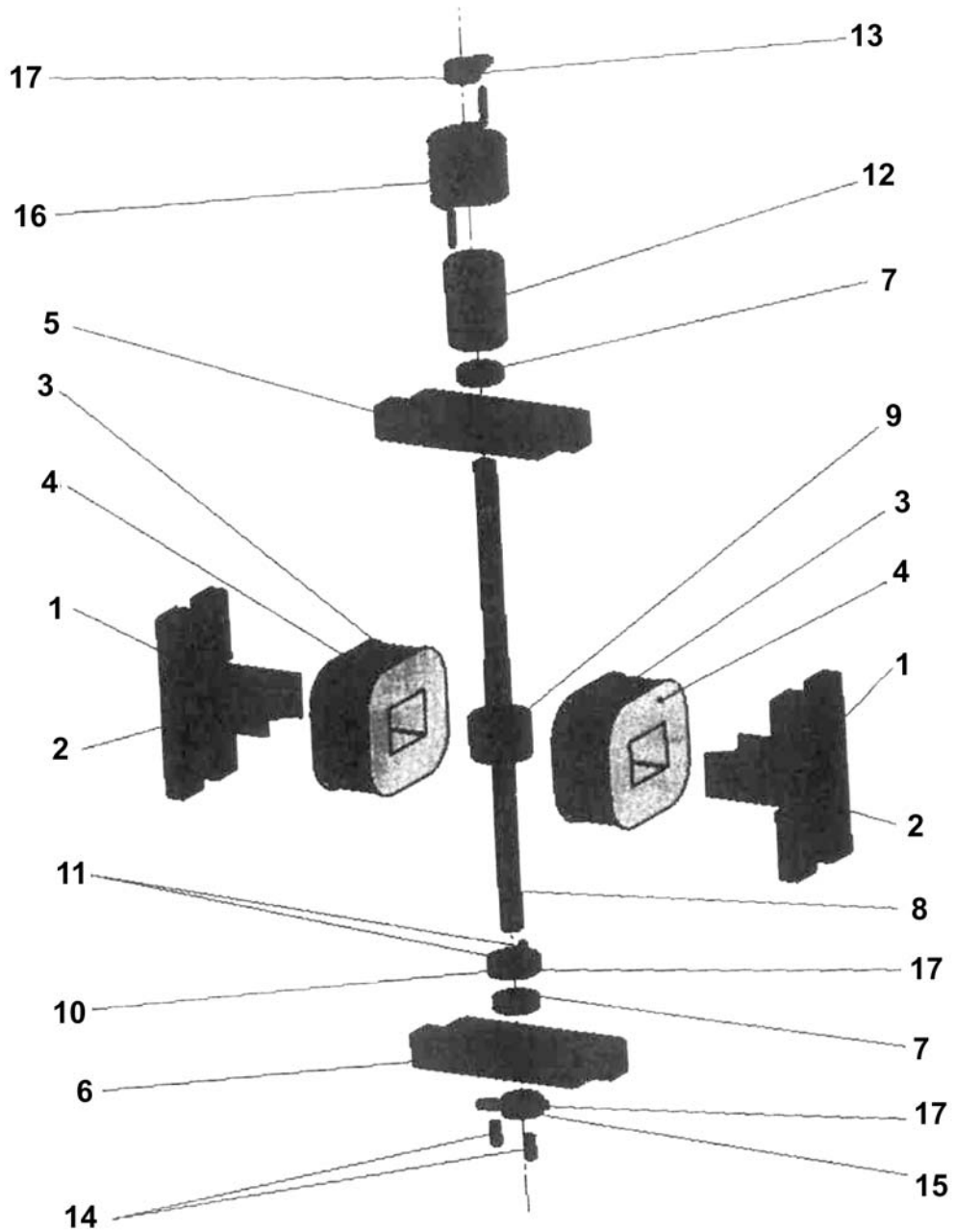


Fig. 5

(51) Int.Cl.

H01F 7/06 (2006.01);

H01F 7/14 (2006.01);

H02K 7/18 (2006.01);

F03G 7/00 (2006.01)

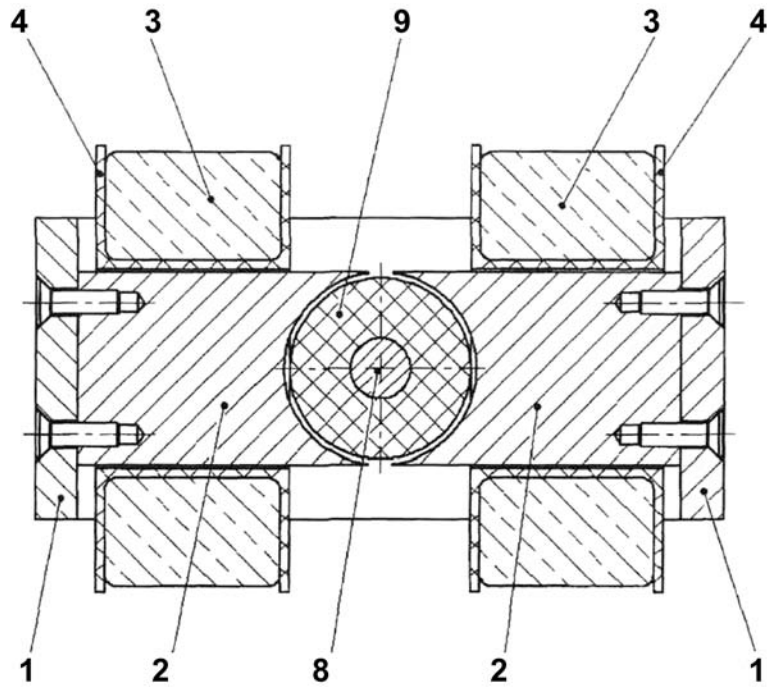


Fig. 6

(51) Int.Cl.

H01F 7/06 (2006.01);

H01F 7/14 (2006.01);

H02K 7/18 (2006.01);

F03G 7/00 (2006.01)

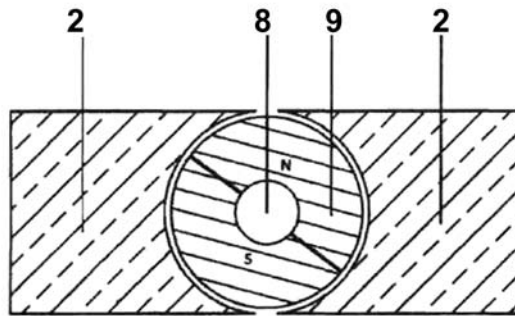


Fig. 7a

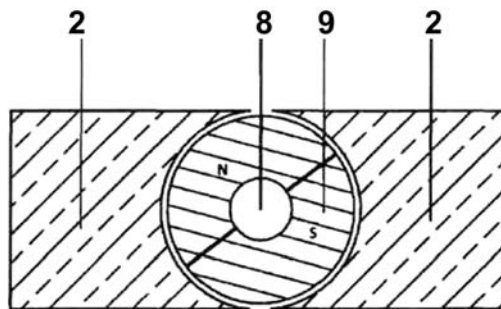


Fig. 7b

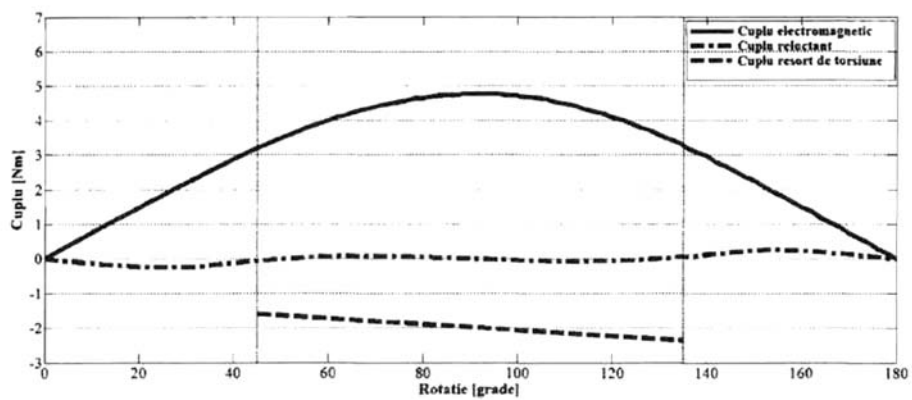


Fig. 8

(51) Int.Cl.

H01F 7/06 (2006.01);

H01F 7/14 (2006.01);

H02K 7/18 (2006.01);

F03G 7/00 (2006.01)

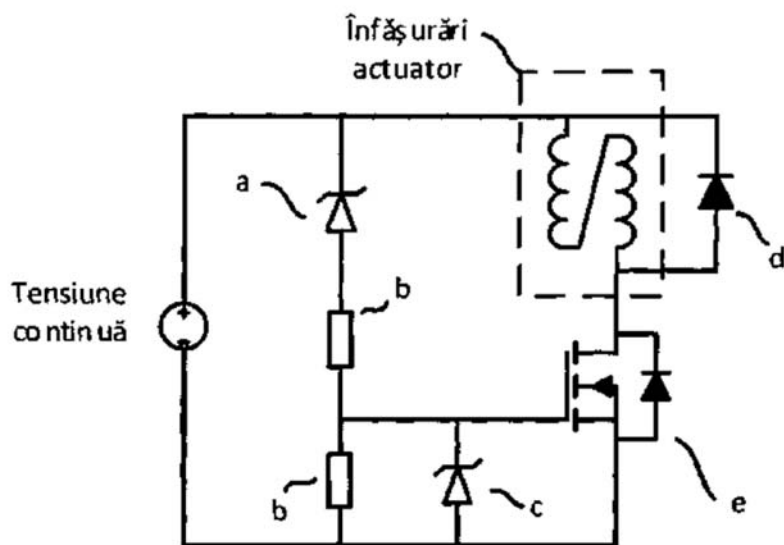


Fig. 9

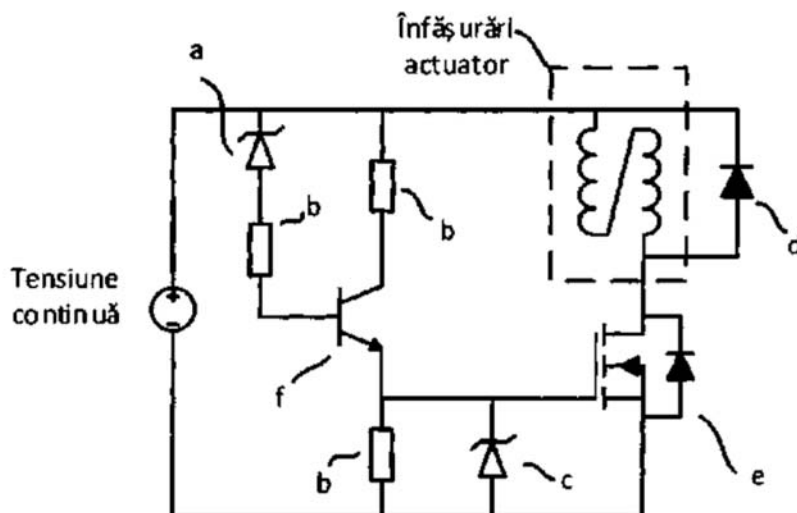


Fig. 10



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 394/2018