



(11) RO 131166 A0

(51) Int.Cl.

H02K 26/00 (2006.01),

H01F 7/14 (2006.01)

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

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

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

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

(71) Solicitant:  
• **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

### (54) ACTUATOR ELECTROMECANIC CU DISPOZITIV ELECTRONIC DE COMANDĂ

#### (57) Rezumat:

Invenția se referă la un actuator electromecanic cu dispozitiv electronic de comandă, destinat acționării rotative a oricărui element sau echipamente care necesită o rotație unghiulară maximă de 180°. Actuatorul conform inventiei este alcătuit dintr-un rotor având unul sau mai mulți magneti (9) permanenți, cu magnetizare radială, montat/montată, prin intermediul unei bușe (18) de prindere sau prin lipire, pe un ax (8) care este montat pe doi rulmenți (7) integrați, fiecare, într-o placă (5, 6) din material cu permeabilitate magnetică ridicată, din înfășurări (3) care se plasează în jurul unor poli statorici (2), care sunt dispuși de o parte și de alta a magnetului/magnetilor (9) de pe rotor, și sunt montați pe niște suporturi (4) din material cu permeabilitate ridicată, fixate pe capetele placilor (5, 6), formând împreună un ansamblu rigid, dintr-un resort (16) circular de torsion, montat în jurul axului (8) rotorului, resortul (16) având un capăt fixat pe una dintre plăci (5, 6) și celălalt capăt fixat printr-un element (13) de legătură cu axul (8) rotorului, și dintr-un dispozitiv electronic ce asigură alimentarea înfășurărilor și, implicit, deplasarea rotorului între două poziții de staționare.

Revendicări: 7

Figuri: 10

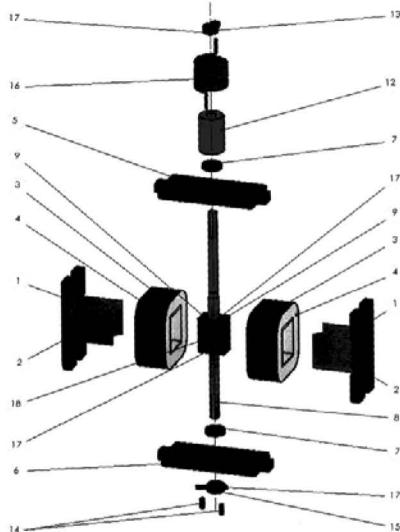
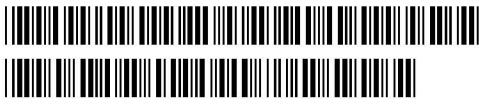
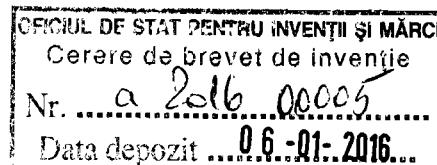


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozitivelor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de inventie a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de inventie este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





## Actuator electromecanic cu dispozitiv electronic de comandă

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 maxim 180 grade.

Sunt cunoscute actuatoare rotative având diferite forme și principii constructive. În documentul US3039027 se prezintă un actuator electromecanic care permite acționarea rotorului prin intermediul unor roți dințate, nefiind prevăzut cu magneți permanenți.

În documentul US3221191 sunt prezentate mai multe tipologii de actuatoare electromecanice având diferite forme constructive pentru rotor. De asemenea, acest document prezintă posibilitatea utilizării unor resorturi pentru a menține rotorul într-o anumită poziție.

Documentul EP0558362B1 (US5334893) dezvăluie diferite tipologii de actuatoare electromecanice care dezvoltă un cuplu aproximativ independent de poziția unghiulară a rotorului. Rotoarele actuatoarelor au în componență magneți permanenți. În Fig. 5 a documentului EP0558362B1 este schițată o structură asemănătoare cu cea detaliată în prezenta invenție.

Documentul EP1001510B1 prezintă alte tipologii de actuatoare electromecanice cu magneți permanenți.

În documentul EP1581991B1 este prezentat un actuator care are două poziții de staționare stabile, la curent zero. Acesta are dezavantajul că necesită tensiune de alimentare 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 folosită comanda unipolară, dar distinctă, folosind două semnale electrice de comandă, diferențiate, pentru a deplasa rotorul dintr-o poziție stabilă în alta.

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

Actuatorul electromecanic, conform invenției, rezolvă problema menționată, prin aceea că este alcătuit dintr-un rotor având unul sau mai mulți magneți permanenți, cu magnetizare radială, montat/montați prin intermediul unei bucăți de prindere, sau prin lipire, pe un ax; axul fiind montat pe doi rulmenți, care sunt integrați fiecare într-o placă din material cu permeabilitate magnetică ridicată; pe ax fiind fixată o buca cu tijă, iar pe una din plăcile respective fiind dispuse șifturi, care prin interacțiune mecanică cu buca cu tijă limitează

cursa rotorului; din înfășurări care se plasează în jurul polilor statorici care sunt dispuși de o parte și de alta a magnetului/magneților de pe rotor, la o distanță de aproximativ 1 mm de rotor; din poli statorici care sunt montați pe niște suporți din material cu permeabilitate magnetică ridicată, suporți care sunt fixați pe capetele plăcilor formând împreună un ansamblu rigid; dintr-un resort circular de torsiu care se montează în jurul axului rotorului fiind distanțat de acesta printr-o bucă, resortul având un capăt fixat pe una din plăcile din material cu permeabilitate magnetică ridicată, iar celălalt capăt fiind fixat printr-un element de legătură cu axul rotorului; un dispozitiv electronic care asigură alimentarea înfășurărilor și implicit deplasarea rotorului între cele două poziții de staționare.

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.

Se dau, în continuare, două exemple de realizare a invenției în legătură și cu Fig. 1...10, care prezintă:

- Fig. 1, vedere explodată a actuatorului electromecanic într-un prim exemplu de realizare;
- Fig. 2, secțiune radială a actuatorului electromecanic într-un prim exemplu de realizare;
- Fig. 3a, 3b, actuatorul electromecanic într-un prim exemplu de realizare, în poziția inițială respectiv finală, pentru o rotație de 90 grade;
- Fig. 4, caracteristici de funcționare ale actuatorului electromecanic într-un prim exemplu de realizare;
- Fig. 5, vedere explodată a actuatorului electromecanic într-un al doilea exemplu de realizare;
- Fig. 6, secțiune radială a actuatorului electromecanic într-un al doilea exemplu de realizare;
- Fig. 7a, 7b, actuatorul electromecanic într-un al doilea exemplu de realizare, în poziția inițială respectiv finală, pentru o rotație de 90 grade;
- Fig. 8, caracteristici de funcționare ale actuatorului electromecanic într-un al doilea exemplu de realizare;

- Fig. 9, schema circuitului de comandă a actuatorului într-un prim exemplu de realizare;
- Fig. 10, schema circuitului de comandă a actuatorului într-un al doilea exemplu de realizare.

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, realizati dintr-un material cu permeabilitate 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 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 introduc rulmenți 7, care permit montarea axului 8. Rotorul este alcătuit dintr-un ax 8 pe care este montată o bucă suport 18, realizată dintr-un material cu permeabilitate magnetică ridicată, fixată cu ajutorul unor știfuri filetate 17. Pe buca suport 18 se fixează prin lipire magneții permanenți 9. Acești doi magneți permanenți 9 au formă paralelipipedică și magnetizare pe direcția radială a rotorului. Resortul circular de torsiune 16 se plasează în jurul axului 8 fiind distanțat de acesta printr-o buca 12. Resortul circular de torsiune 16 se fixează la un 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 șift filetat 17. Pe placa inferioară se montează două știfuri metalice 14 care împreună cu buca 15, fixată pe axul 8 printr-un șift filetat 17, vor permite limitarea cursei actuatorului electromecanic.

În continuare se indică modul de funcționare al actuatorului electromecanic pentru o rotație de 90 grade. Poziția inițială a rotorului actuatorului este precum cea prezentată în Fig. 3a, axul de magnetizare al magneților permanenți 9 fiind la 45 de grade față de axul de magnetizare al 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. 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 cupluri, reluctant și al resortului circular de torsiune 16, reprezintă cuplul total dezvoltat de actuator pentru această poziție, când înfășurările nu sunt alimentate. Dacă înfășurările 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 resortul circular de torsiune 16 este mai mare ca zero (Fig. 4), pe tot intervalul de rotație (de la 45 grade la 135 grade), rotorul se deplasează din poziția inițială (Fig. 3a) în poziția finală (Fig. 3b) 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, 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 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 grade la 45 grade).

În cele ce urmează este descris actuatorul electromecanic într-un al doilea exemplu de realizare a invenției (Fig. 5 și 6). Spre deosebire de primul exemplu de realizare a invenției (Fig. 1 și 2), unde cei doi magneti permanenti 9 aveau forma paralelipipedică, în al doilea exemplu de realizare (Fig. 5 și 6) se utilizează un singur magnet permanent 9 de formă cilindrică fiind prevăzut cu o gaură pe direcția axială, pe unde va fi introdus axul 8, direcția de magnetizare a magnetului permanent 9 fiind radială. Pentru fixarea magnetului permanent 9 pe axul 8 se poate utiliza o bucă 10 cu niște știfuri 11, buca 10 fiind prinsă de axul 8 prin intermediul unor știfuri 17, iar știfurile 11 fiind introduse în niște locașuri special prevăzute în magnetul permanent 9. O altă soluție de fixare a magnetului permanent 9 pe axul 8 este prin lipire.

O altă posibilitate de realizare a rotorului actuatorului electromecanic este cu magneti permanenti 9 având formă de arc de cerc, așa cum este prezentat în EP0558362B1, Fig. 5.

Modul de funcționare al actuatorului electromecanic în al doilea exemplu de realizare a invenției, pentru o rotație de 90 grade, este prezentat în Fig. 7a, Fig. 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. Prințipiu de funcționare se bazează pe generarea unor impulsuri de comanda 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 de grade, a derivei (aripii cozii) unei turbine eoliene. Aceasta se realizează când turata 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-turataiei 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 întrebunțare potrivit, cu sau fără dispozitivul electronic de comandă.

## Revendicări

1. Actuator electromecanic destinat acționării rotative cu rotație unghiulară maximă de 180 grade, cuprinzând:
  - un stator alcătuit din cel puțin doi poli statorici **2**, realizati dintr-un material cu permeabilitate magnetică ridicată, în jurul a cel puțin unui pol statoric **2** fiind dispusă cel puțin o infășurare (bobină) **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** și 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 placă superioară **5**, iar la celălalt capăt de axul **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 bucă suport **18**, realizată dintr-un material cu permeabilitate magnetică ridicată, buca suport **18** fiind montată pe axul **8** al rotorului cu ajutorul unor șifturi 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** al 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 axul 8 prin lipire, sau printr-o altă metodă de fixare.
6. Dispozitiv electronic pentru comanda actuatoarelor electromecanice, având o topologie de complexitate redusă, **caracterizat prin aceea că** este 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 ce poate fi de structură tranzistor cu comandă în câmp și diodă supresoare d, conform schemei din Fig. 9.
7. Dispozitiv electronic pentru comanda actuatoarelor electromecanice, având o topologie de complexitate redusă, **caracterizat prin aceea că** este 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, ce poate fi 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, conform schemei din Fig. 10.

- 2 0 1 6 - - 0 0 0 5 -  
0 6 -01- 2016

37

9

Figuri

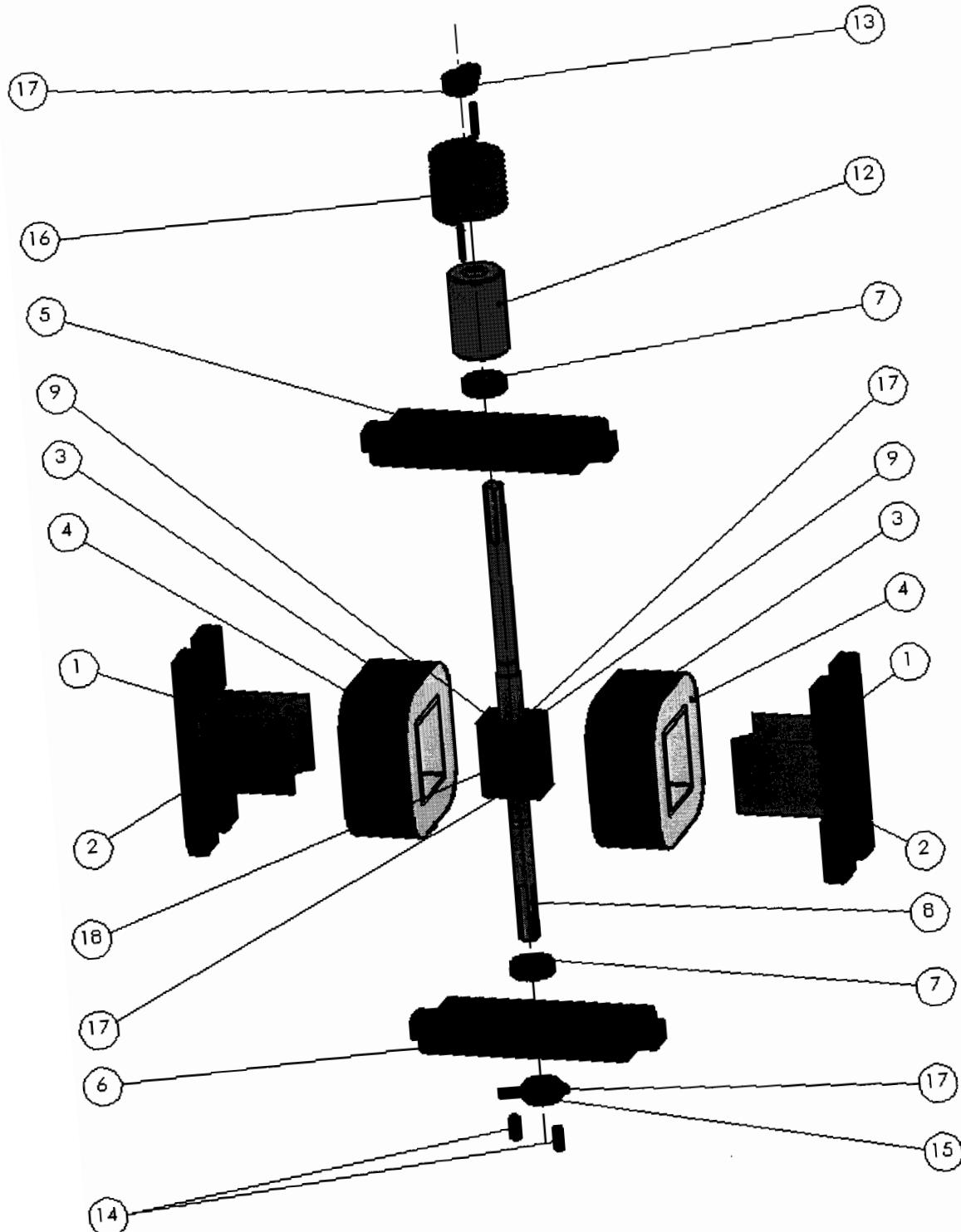
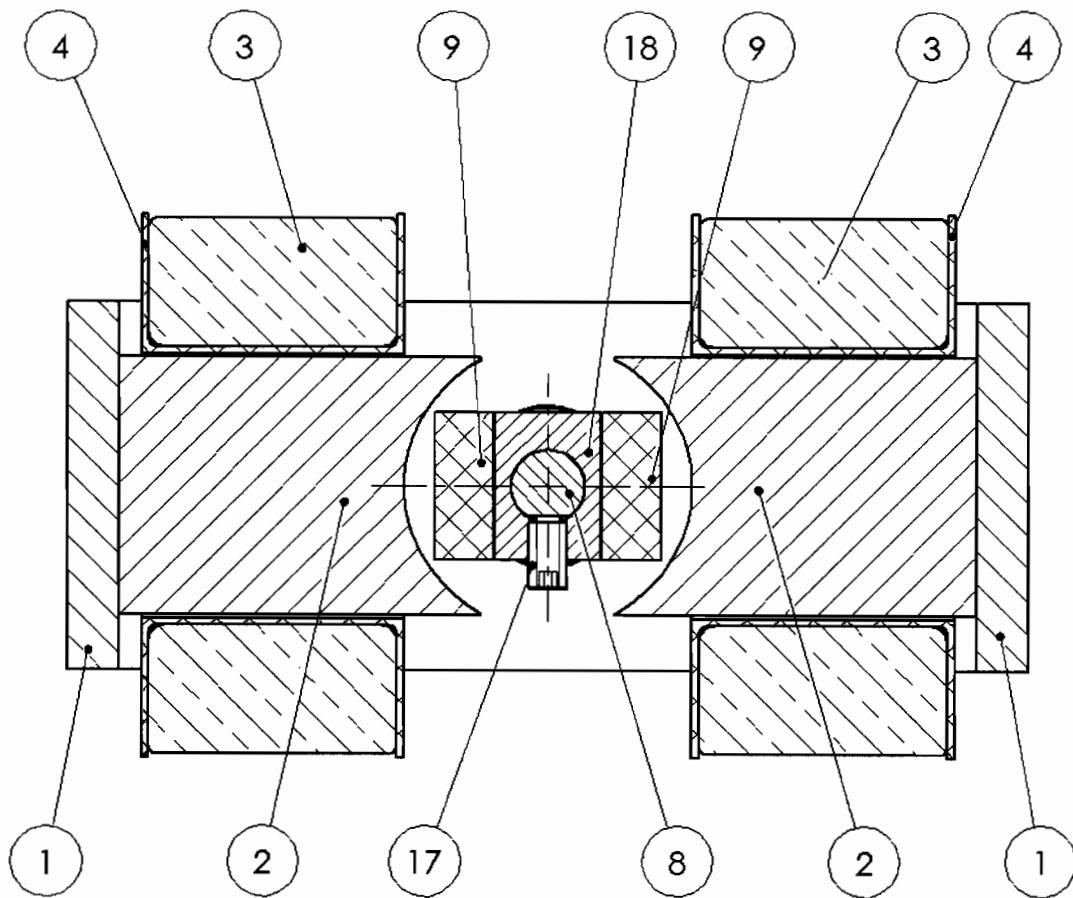
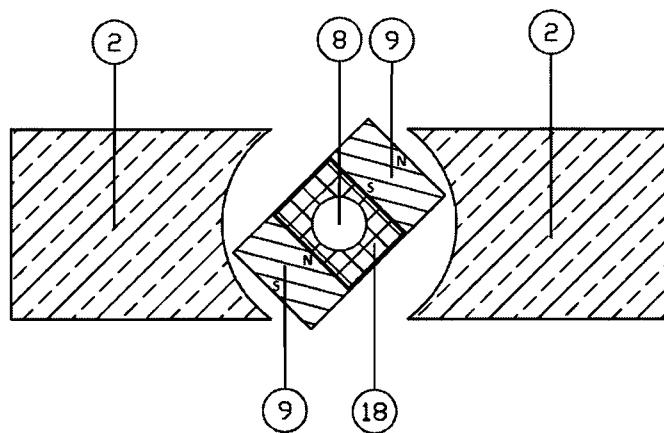
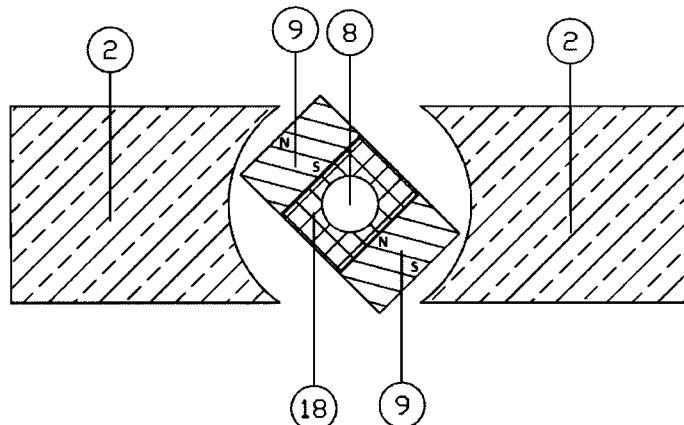
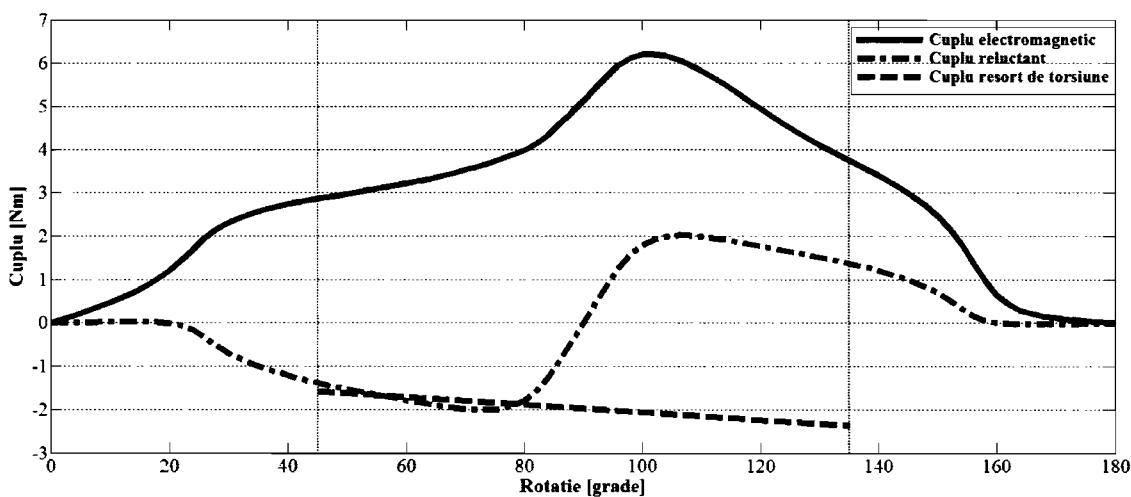


Fig. 1



**Fig. 2**

**Fig. 3a****Fig. 3b****Fig. 4**

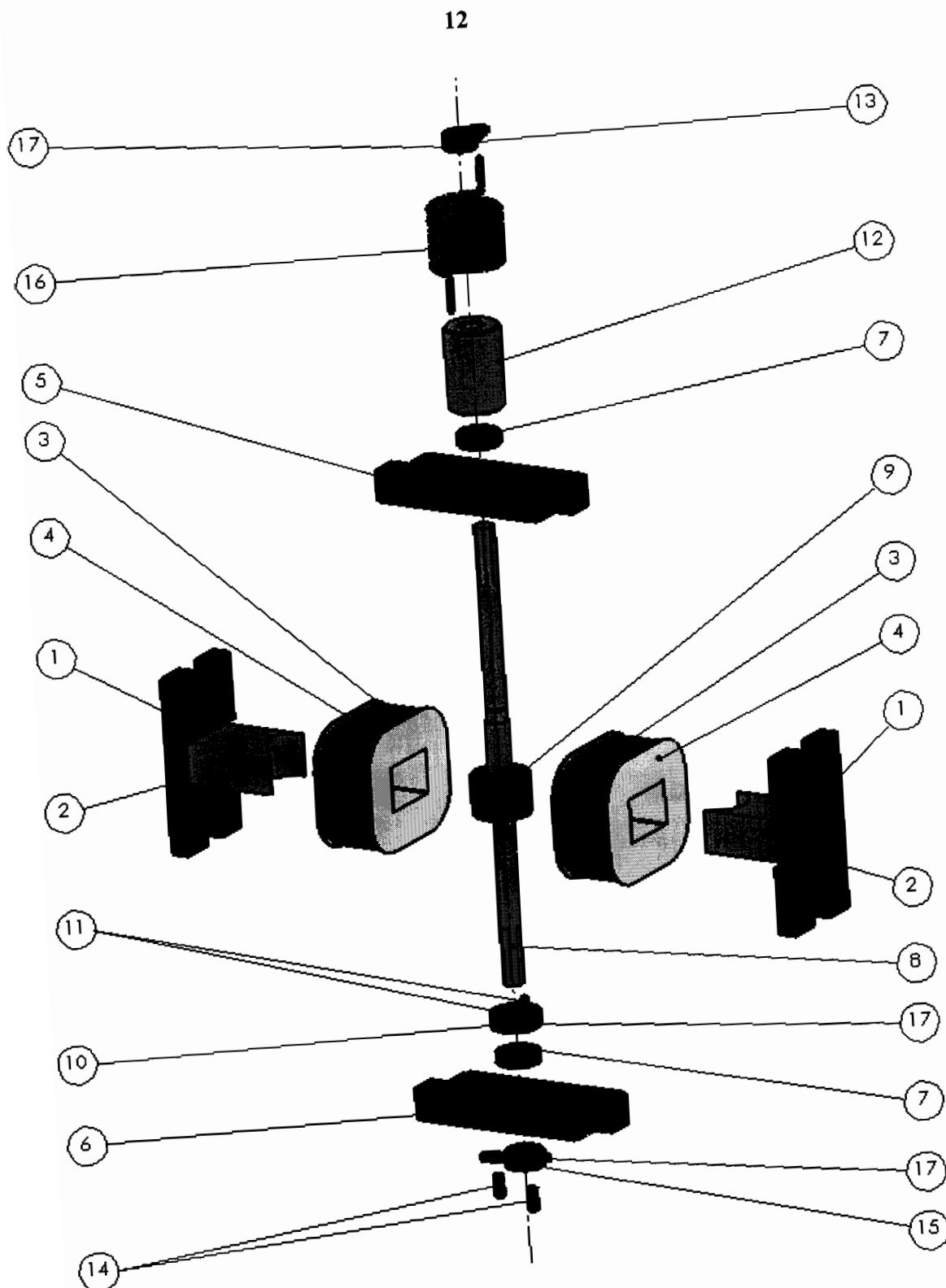


Fig. 5

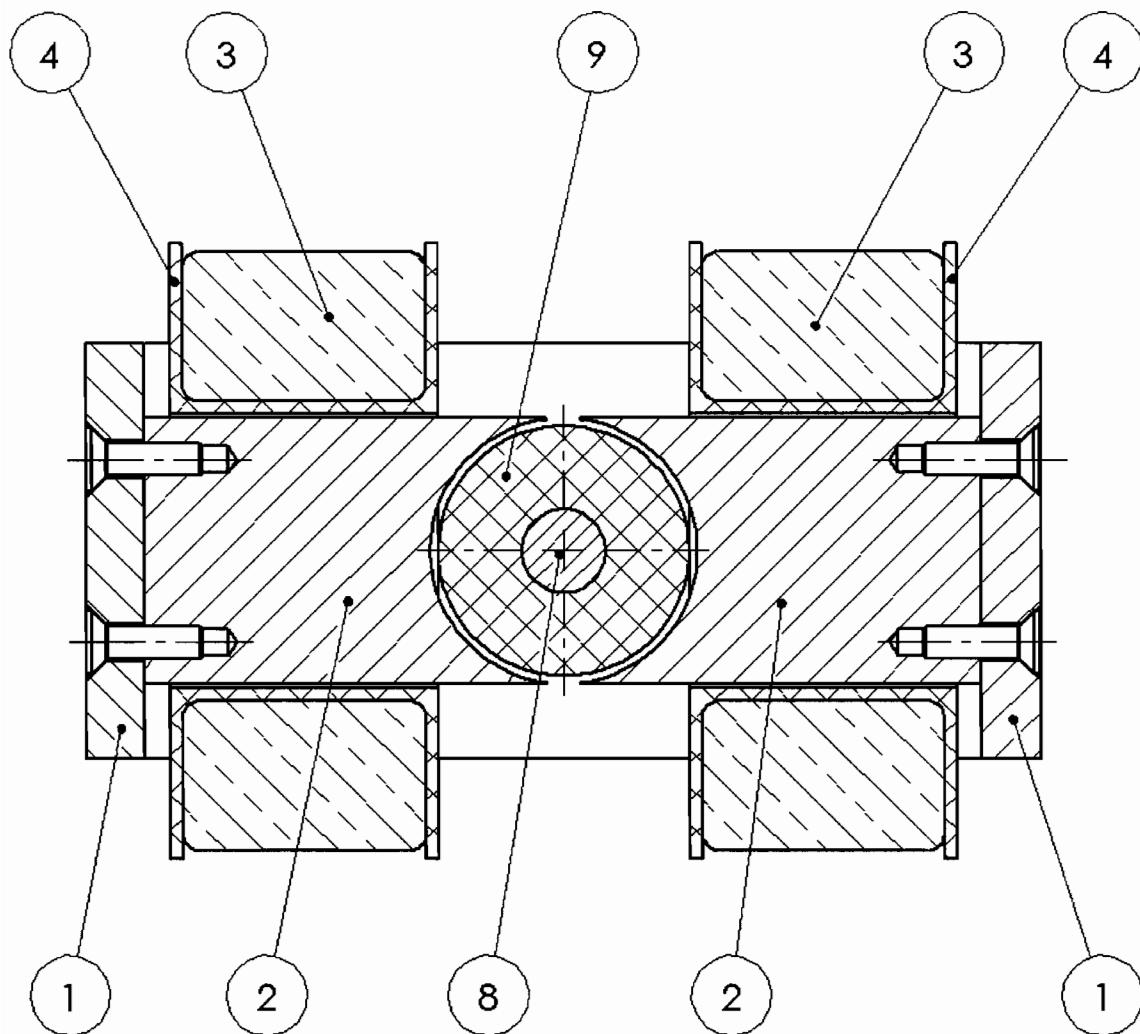
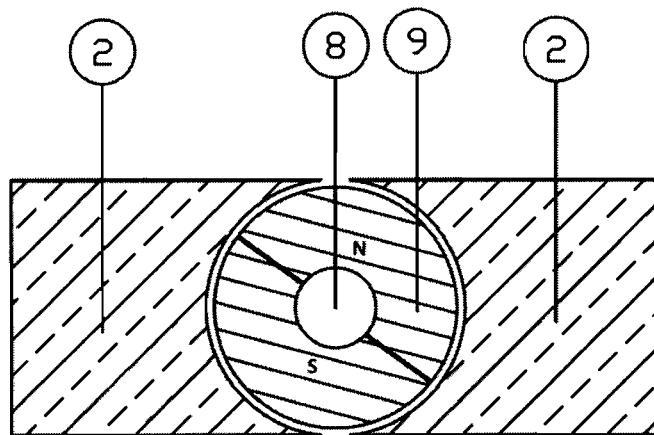
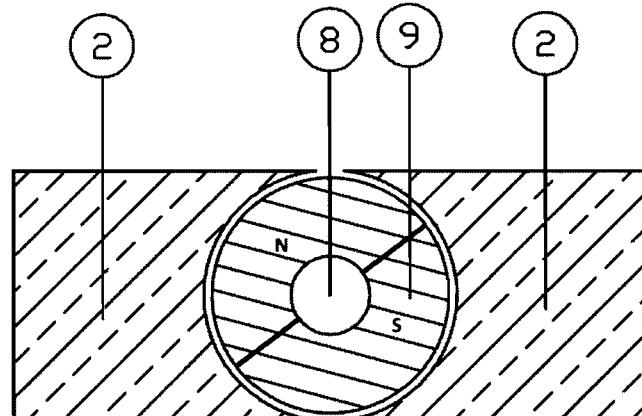
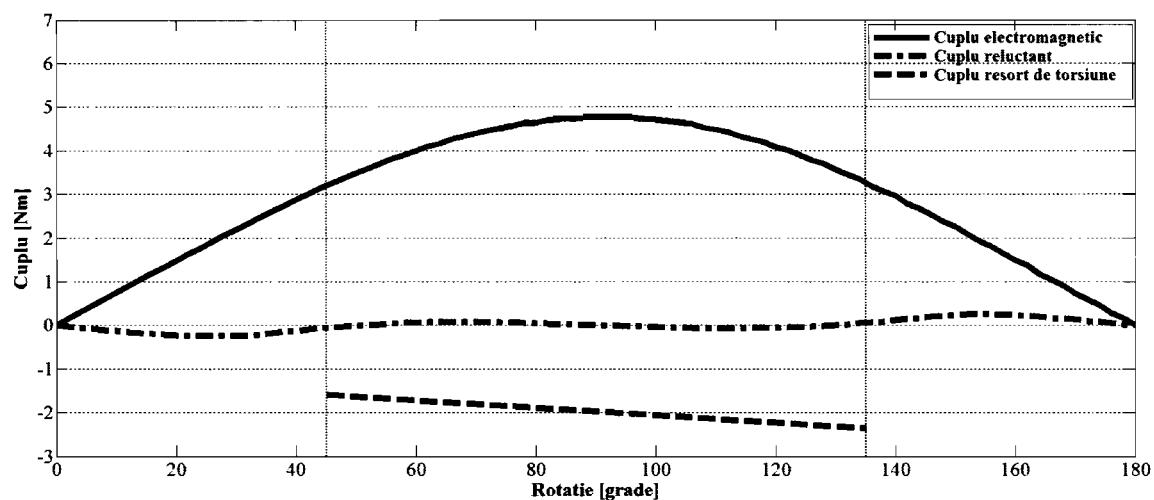


Fig. 6

**Fig. 7a****Fig. 7b****Fig. 8**

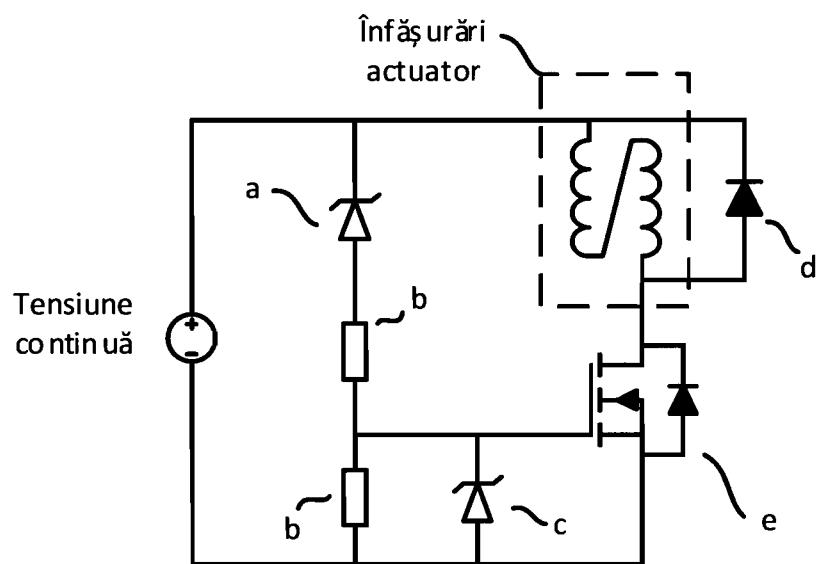


Fig. 9

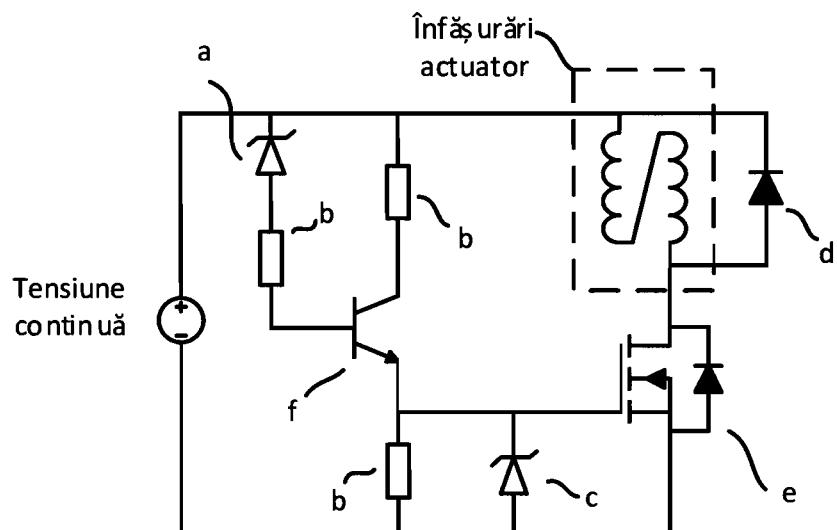


Fig. 10