



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00262**

(22) Data de depozit: **18.04.2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28.08.2015** BOPI nr. **8/2015**

(41) Data publicării cererii:  
**30.10.2013** BOPI nr. **10/2013**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN  
BUCUREȘTI - CENTRUL DE CERCETARE-  
DEZVOLTARE PENTRU MECATRONICĂ,  
SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.313,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **AVRAM MIHAI, STR.GHIRLANDEI NR.36,  
BL.79, SC.3, ET.3, AP.55, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **BUCȘAN CONSTANTIN,  
STR.MAȘINA DE PÂINE NR.10, BL.R 30,  
SC.2, ET.4, AP.63, SECTOR 2,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **BOGATU LUCIAN, ȘOS.GIURGIULUI  
NR.67-77, BL.E, SC.2, ET.8, AP.69,  
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 125708 A0; US 6705199 B2**

(54) **ACTUATOR PNEUMATIC CU COMPENSATOR  
PIEZOELECTRIC**



# RO 128943 B1

1 Inventția se referă la un actuator pneumatic liniar cu compensator piezoelectric, având  
2 aplicabilitate în construcția sistemelor de acționare care necesită o precizie mare de pozițio-  
3 nare a sarcinii antrenate.

4 Sunt cunoscute actuatore pneumatice cu mișcare de translație, la care creșterea  
5 preciziei de poziționare se face prin utilizarea distribuitorilor pneumatice proporționale cu  
6 traductor de poziție comandate cu microcontrolere care au precizia de poziționare limitată  
7 și necesită algoritmi de comandă și reglare complecși.

8 Documentul **RO 125708 A0** se referă la o unitate de poziționare pneumo-hidraulică  
9 liniară, având aplicabilitate în construcția roboților, precum și în aplicații care presupun  
10 manipularea precisă a unor obiecte cum ar fi semifabricate, piese sau scule. Unitatea con-  
11 form invenției este formată dintr-un motor pneumatic liniar, deservit de un distribuitor pneu-  
12 matic, și dintr-un motor hidraulic, liniar având niște camere cuplate între ele prin intermediul  
13 unei supape de sens unic, comandate, poziția unei tije a motorului pneumatic cuplată  
14 mecanic, prin intermediul unui cuplaj solidar cu sarcina acționată, cu o tijă a motorului, fiind  
15 urmărită de un traductor de deplasare, ceea ce face posibil controlul vitezei de poziționare  
16 și obținere a unei precizii de poziționare ridicate.

17 Documentul **US 6705199 B2** dezvăluie un sistem servocomandă care oferă un  
18 control precis și repetabil a unui dispozitiv de acționare pneumatic. O frână și un sistem de  
19 senzori sunt conectați la dispozitivul de acționare și la sistemul de servocomandă. Sistemul  
20 de servocomandă operează prin inițierea deplasării pistonului de-a lungul cursei cu ajutorul  
21 gazului presurizat, prin programarea cu ușurință a sistemului de control, fiind controlată cu  
22 precizie foarte mare deplasarea pistonului din cilindru pneumatic.

23 Problema tehnică obiectivă pe care o rezolvă invenția constă în creșterea preciziei  
24 de poziționare prin realizarea unei construcții modulare.

25 Actuator pneumatic liniar cu compensator piezoelectric, conform invenției, este format  
26 dintr-un cilindru pneumatic, pe care culisează o sanie, un distribuitor proporțional pentru  
27 comanda unității de acționare pneumatice liniare, un actuator piezoelectric cu amplificare  
28 mecanică care are o parte mobilă, o riglă incrementală cu un cap de citire pentru  
29 determinarea poziției saniei, un dispozitiv de frânare pentru blocarea saniei acționat de un  
30 distribuitor care este alimentat prin intermediul unui regulator, un bloc electronic de comandă  
31 a distribuitorului, un sistem de compensare a erorii de poziționare a saniei cuprinzând o  
32 placă de bază și o placă mobilă, care este ghidată față de placa de bază prin intermediul  
33 unor arcuri lamelare, placa mobilă fiind antrenată de actuatorul piezoelectric.

34 Actuatorul pneumatic liniar cu compensator piezoelectric, conform invenției, prezintă  
35 următoarele avantaje:

- 36 - construcție modulară;
- 37 - tehnologii de execuție și montaj accesibile;
- 38 - preț mic;
- 39 - precizie de poziționare îmbunătățită.

40 Se prezintă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...3,  
41 care reprezintă:

- 42 - fig. 1, schema de principiu a actuatorului pneumatic liniar cu compensator  
43 piezoelectric;
- 44 - fig. 2, vedere 3D a compensatorului piezoelectric;
- 45 - fig. 3, diagrama de funcționare a actuatorului pneumatic liniar cu compensator  
46 piezoelectric.

47 Actuatorul pneumatic liniar cu compensator piezoelectric este format din:

- 48 - o unitate de acționare pneumatică liniară alcătuită din cilindru pneumatic **1**, sania  
49 **2** și dispozitivul de frânare mecanică **3**;

# RO 128943 B1

- distribuitorul proporțional <b>4</b> pentru comanda unității de acționare pneumatice liniare;	1
- distribuitorul clasic <b>5</b> pentru comanda frânei, alimentat prin regulatorul <b>6</b> ;	3
- sistemul de compensare a erorii de poziționare, care este amplasat pe sania <b>2</b> a unității de translație și este format dintr-o placă de bază <b>7</b> solidară cu sania <b>2</b> a unității pneumatice și o placă mobilă <b>8</b> , ghidată față de placa de bază <b>7</b> prin patru arcuri lamelare	5
<b>9</b> , solidară cu sarcina antrenată, din actuatorul piezoelectric cu amplificare mecanică <b>10</b> , montat pe piesa <b>11</b> , solidară cu placa de bază <b>7</b> , care antrenează placa mobilă <b>8</b> prin intermediul piesei <b>12</b> , solidară cu placa mobilă <b>8</b> și a bilelor <b>13</b> și <b>14</b> , menținute în contact cu piesa <b>12</b> și cu partea mobilă <b>a</b> a actuatorului <b>10</b> prin elasticitatea părții <b>b</b> a piesei <b>11</b> ;	7
- traductorul liniar de poziție format din rigla incrementală <b>15</b> , fixată de unitatea de translație și capul de citire <b>16</b> fixat de placa mobilă <b>8</b> ;	9
- blocul electronic de comandă <b>17</b> .	11
În starea inițială, blocul electronic de comandă <b>17</b> aplică tensiunea de comandă <b>u</b> distribuitorului <b>5</b> , ceea ce face ca dispozitivul de frânare <b>3</b> să fie dezactivat și de asemenea aplică o tensiune de comandă $u_p = 5 \text{ V}$ actuatorului piezoelectric, astfel încât acesta se poziționează la jumătate din cursa maximă, situație în care placa <b>8</b> este practic solidară cu placa de bază <b>7</b> și deci cu sania <b>2</b> .	13
Când se dorește deplasarea sarcinii către o poziție țintă prestabilită $p_t$ , se aplică distribuitorului proporțional <b>4</b> o tensiune de comandă $u_1$ , pentru deplasare într-un sens, respectiv $u_2$ , pentru deplasare în celălalt sens, tensiune care crește de la zero la valoarea de regim, când imprimă saniei <b>2</b> viteza de regim dorită. Deplasarea sarcinii este măsurată prin deplasarea relativă dintre capul de citire <b>16</b> al traductorului de poziție și rigla incrementală <b>15</b> solidară cu cilindrul pneumatic <b>1</b> , generându-se semnalul $u_t$ , citit de blocul electronic de comandă <b>17</b> .	15
Când sarcina ajunge în poziția $p_r$ prestabilită, valoarea tensiunii $u_1$ este micșorată pentru a reduce viteza de deplasare a sarcinii, iar când se atinge poziția $p_t - e_1$ (unde $e_1$ este eroarea de poziționare a sistemului fără compensator piezoelectric) tensiunea $u_1$ este redusă la zero și simultan tensiunea $u$ este trecută în zero, activând sistemul de frânare <b>3</b> . Datorită inerției, sistemul mobil continuă deplasarea și se oprește în punctul $p_i$ , cu o eroare de poziționare inițială $e_1$ față de poziție țintă $p_t$ .	17
Pentru a micșora eroarea de poziționare, tensiunea de comandă $u_p$ a actuatorului piezoelectric <b>10</b> este modificată astfel încât piesa <b>12</b> se deplasează, împreună cu masa <b>8</b> , până când sarcina ajunge în poziția $p_f - e_2$ (unde $e_2$ este eroarea de poziționare a sistemului cu compensator piezoelectric), moment în care tensiunea $u_p$ este menținută constantă. Datorită inerției, masa <b>8</b> , solidară cu sarcina, continuă deplasarea și se oprește în punctul $p_f$ , cu o eroare de poziționare finală $e_f$ față de poziția țintă $p_t$ . Eroarea de poziționare finală $e_f$ este mult mai mică decât eroarea de poziționare inițială $e_1$ a sistemului fără compensator piezoelectric și depinde de rezoluția traductorului de poziție <b>15</b> .	19
Utilizând un actuator piezoelectric cu amplificare mecanică internă Physik, instrumente de tip P-287, cu cursa maximă de 700 $\mu\text{m}$ și un traductor liniar de poziție Rexroth Star cu rezoluția de $\pm 1 \mu\text{m}$ , s-a obținut o precizie de poziționare de $\pm 0,01 \text{ mm}$ .	21
	23
	25
	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41

## Revendicări

1

3 1. Actuator pneumatic liniar cu compensator piezoelectric, format dintr-un cilindru  
5 pneumatic (1) pe care culisează o sanie (2), un distribuitor proporțional (4) pentru comanda  
7 unității de acționare pneumatice liniare, un actuator piezoelectric cu amplificare mecanică  
9 (10) care are o parte mobilă (a), și o riglă incrementală (15) cu un cap de citire (16) pentru  
11 determinarea poziției saniei (2), **caracterizat prin aceea că** acesta cuprinde suplimentar:

13 - un dispozitiv de frânare (3) pentru blocarea saniei (2), acționat de un distribuitor (5)  
15 care este alimentat prin intermediul unui regulator (6);

17 - un bloc electronic (17) de comandă a distribuitorului (5);

19 - un sistem de compensare a erorii de poziționare a saniei (2) cuprinzând o placă de  
21 bază (7) și o placă mobilă (8), care este ghidată față de placa de bază (7) prin intermediul  
23 unor arcuri lamelare (9), placa mobilă (8) fiind antrenată de actuatorul piezoelectric (10).

25 2. Actuator pneumatic liniar cu compensator piezoelectric, conform revendicării 1,  
27 **caracterizat prin aceea că** actuatorul piezoelectric (10) se află poziționat la jumătate din  
29 cursa maximă și este solidar cu placa de bază (7), în momentul în care blocul electronic de  
31 comandă (17) aplică o tensiune de comandă (u) distribuitorului (5), ceea ce duce la dezacti-  
33 varea dispozitivului de frânare (3), și o tensiune de comandă ( $u_p = 5 \text{ V}$ ) actuatorului piezo-  
35 electric (10).

37 3. Actuator pneumatic liniar cu compensator piezoelectric, conform revendicării 1,  
39 **caracterizat prin aceea că** sania (2) se deplasează către o poziție țintă prestabilită ( $p_t$ ) când  
41 se aplică distribuitorului (4) o tensiune de comandă ( $u_1$ ) pentru deplasarea într-un sens,  
43 respectiv ( $u_2$ ) pentru deplasarea în celălalt sens, tensiune care crește de la zero la valoarea  
45 de regim, când imprimă saniei (2) viteza de regim dorită.

47 4. Actuator pneumatic liniar cu compensator piezoelectric, conform revendicării 1 sau  
49 3, **caracterizat prin aceea că** deplasarea relativă dintre capul de citire (16) și rigla  
51 incrementală (15) solidară cu cilindrul pneumatic (1) permite măsurarea deplasării sarcinii,  
53 prin generarea unui semnal ( $u_i$ ), citit de blocul electronic de comandă (17), care atunci când  
55 sarcina ajunge într-o poziție prestabilită ( $p_r$ ), micșorează valoarea tensiunii ( $u_1$ ) pentru a  
57 reduce viteza de deplasare a sarcinii, iar când se atinge o poziție ( $p_t - e_1$ ), tensiunea ( $u_1$ ) este  
59 redusă la zero și simultan tensiunea (u) este trecută în zero, activând sistemul de frânare (3).

61 5. Actuator pneumatic liniar cu compensator piezoelectric, conform revendicării 1,  
63 **caracterizat prin aceea că** sania (2) este poziționată cu o eroare și mai mică atunci când  
65 o tensiune de comandă ( $u_p$ ) a actuatorului piezoelectric (10) este modificată astfel încât o  
67 piesă (12) se deplasează, împreună cu placa mobilă (8), până când sarcina ajunge într-o  
69 poziție ( $p_r - e_2$ ), moment în care tensiunea ( $u_p$ ) este menținută constantă, iar placa mobilă (8),  
71 solidară cu sarcina continuă deplasarea datorită inerției și se oprește într-un punct ( $p_f$ ), cu  
73 o eroare de poziționare finală ( $e_f$ ) față de poziția țintă ( $p_t$ ).

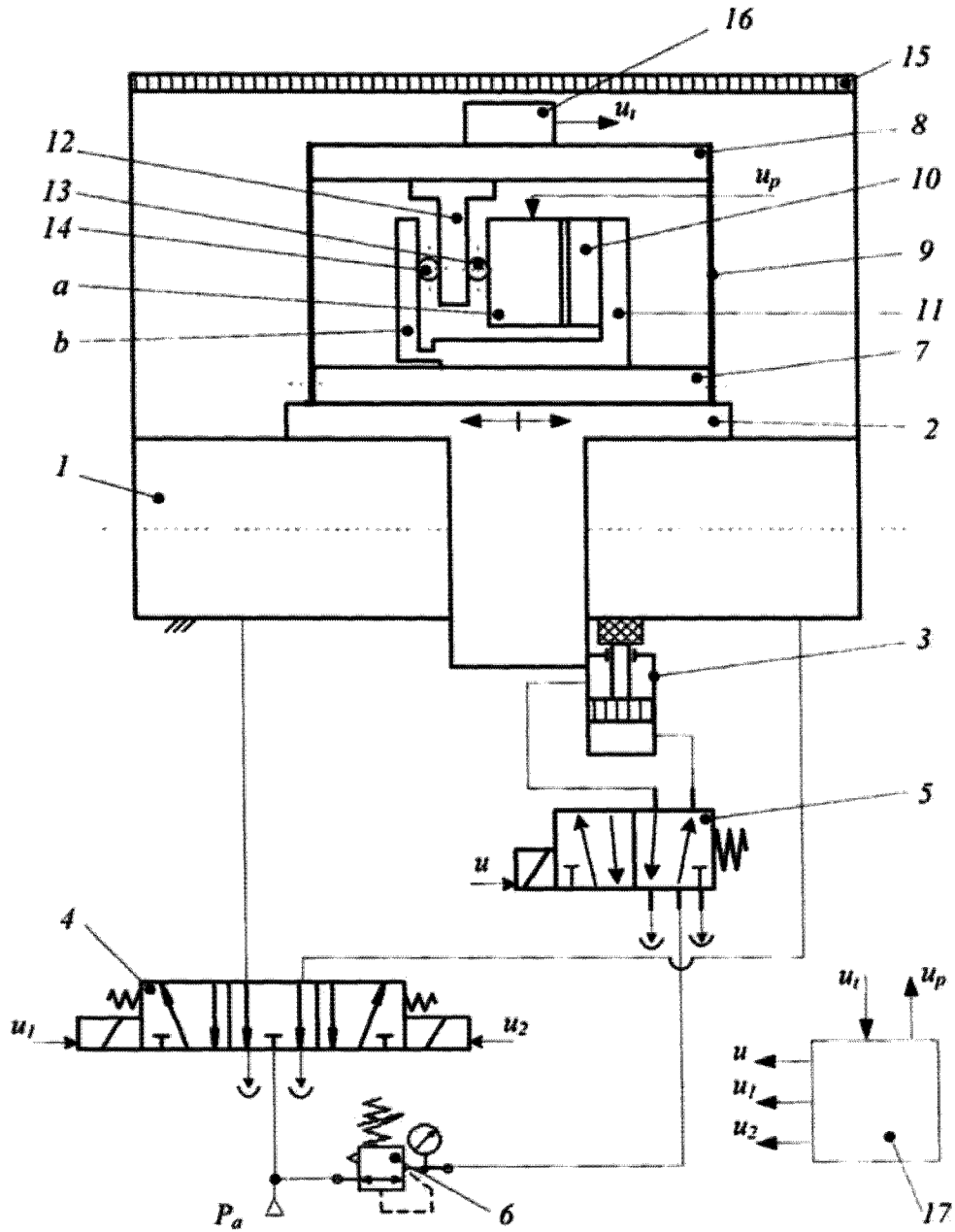


Fig. 1

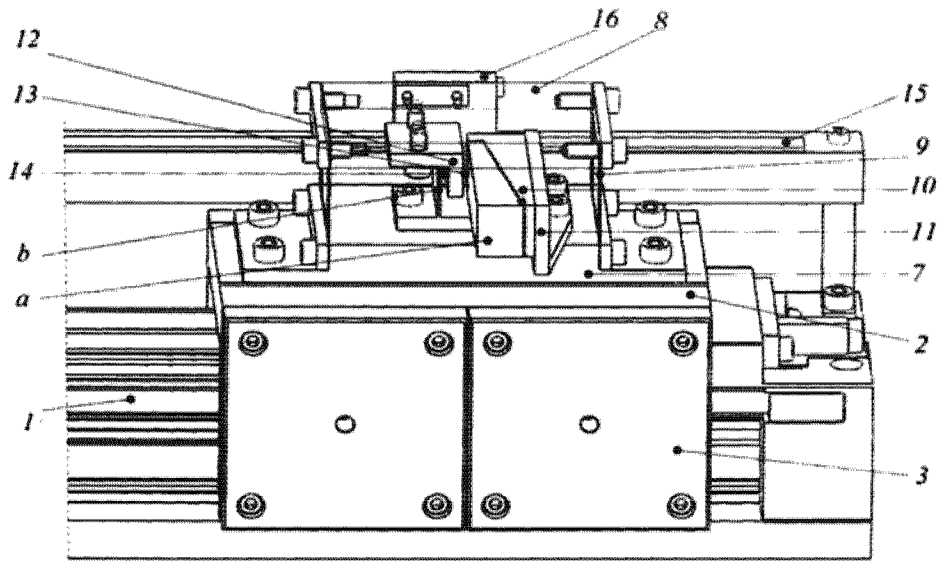


Fig. 2

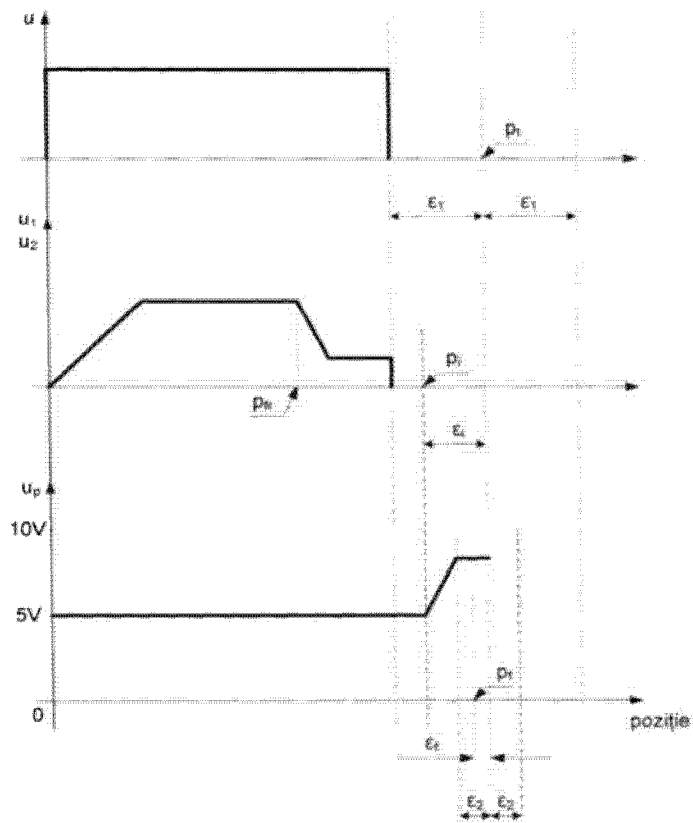


Fig. 3

