A XIII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2013

SISTEME DE ACȚIONARE PE BAZĂ DE SILFOANE

Vasile Sergiu JIȘA, Dan MÂNDRU

BELLOWS ACTUATING SYSTEMS

This paper propose a thorough theoretical and experimental research on bellows actuators in order to design and develop some operated bellows actuators systems with at most three degree of freedom (DOF) with different options of corrugated items, the final scope being to establish a precise method of motion control. It is expected that most representative applications of actuators investigated will fit in field of biomedical engineering.

Cuvinte cheie: silfoane, elemente tubulare gofrate, actuatori
Keywords: bellows, corrugated tubular elements, actuators

1. Introducere

Elementele de tip silfon denumite şi tuburi gofrate cu pereţi subţiri, sunt elemente constructive de mecanică fină utilizate frecvent ca elemente de etanșare sau traductoare de presiune și se încadrează în categoria elementelor pentru acumularea energiei și traducerea semnalelor [7]. Acestea sunt curbate pe suprafaţa laterală şi se alungesc sau se comprimă sub acţiunea unei forţe axiale sau a unei presiuni interioare sau exterioare, funcționarea lor având la bază deformarea elastică a gofreurilor [1].

2. Principiul de operare al actuatorilor cu silfon

Pentru toate tipurile de actuatori pe bază de elemente tubulare gofrate principiul de operare este similar, doar structura, felul

componentelor și parametrii caracteristici sunt diferiți [2]. În continuare sunt prezentați parametrii care caracterizează funcționarea actuatorilor pe bază de silfoane: *parametrii de intrare* (presiunea, debitul, geometria gofreurilor, materialul silfoanelor), *parametrii de ieșire* (cursa forța, precizia de poziționare, rigiditatea), *natura sursei de acționare* (aer sub presiune, lichide sub presiune, încălzire + dilatare mediu fluid sau gazos, încălzire + transformare de fază lichid sau gaz, reacții chimice cu degajare de gaze, hidruri de metal + degajare de hidrogen, altele), *caracteristicile geometrice* (grosimea peretelui silfonului, geometria gofreurilor, convoluții pe mai multe direcții).

În figura 1 au fost selectate câteva aplicații conform celor prezentate în [3], [4], [5], [6], [8], [9] care au la bază actuatori cu silfoane acționați prin diferite metode:

a) silfonul este acționat prin creșterea volumului prin dilatarea mediului lichid de operare;

b) micro-silfoane realizate prin stereolithografie, acționate pneumatic;

c) microrobot acționat electric, silfonul având rol de element de legătură, de etanșare, și de realizare a extensiei axiale;

d) robot mobil utilizat pentru inspecția conductelor sau a țevilor acționat pneumatic;

e) mâna antropomorfica acționată prin intermediul unui fluid;

f) sistem de poziționare precisă cu cilindrii pneumatici și silfoane acționați pneumatic.

3. Modelarea geometrică a unor sisteme de acționare pe bază de silfoane

Clasificarea sistemelor de acționare pe bază de silfoane cu aplicații în domeniul mecatronicii și roboticii se face în funcție de principiul de funcționare, structura și rolul componentelor. În urma analizei soluțiilor existente, autorii propun câteva scheme structurale ce pot sta la baza realizării diferitelor sisteme de acționare cu elemente active de tip silfon, prezentate în figura 2.

Alimentarea silfoanelor se poate face atât cu presiune interioară cât și cu presiune exterioară, iar elementul condus poate fi articulat sau rigidizat de silfoane.

În cazul sistemelor de acționare a unor pârghii prin intermediul silfoanelor dispuse în mod antagonist, presiunile diferite din interiorul/exteriorul silfonului nu se influențează reciproc ci întâmpină doar rezistența arcurilor aflate la capătul silfonului.

Sistemele au cursă activă în ambele sensuri și efectuează lucru mecanic pe extensia alternativă a silfoanelor.

Cursa poate fi amplificată prin dispunerea în serie a silfoanelor, iar forța prin dispunerea în paralel a acestora.

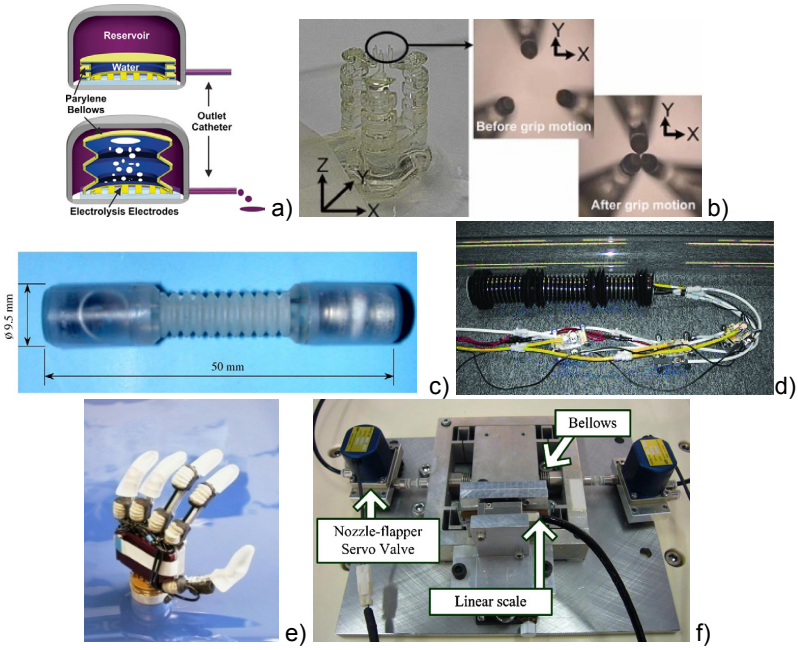
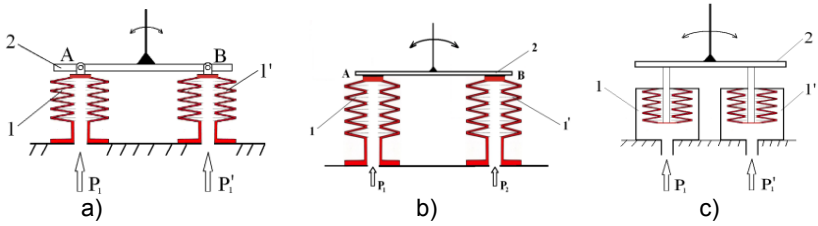


Fig. 1 Exemple de aplicații care conțin actuatori pe bază de silfoane

În figura 3 sunt prezentate structurile modelate geometric și realizate de către autori. Deosebirea dintre prototipurile dezvoltate constă în faptul că ele au structură adaptabilă în ceea ce privește amplasarea și acționarea (silfoanele sunt dispuse la 180^0 respectiv 120^0 unul față de altul) și dimensiunea diferită a silfoanelor.



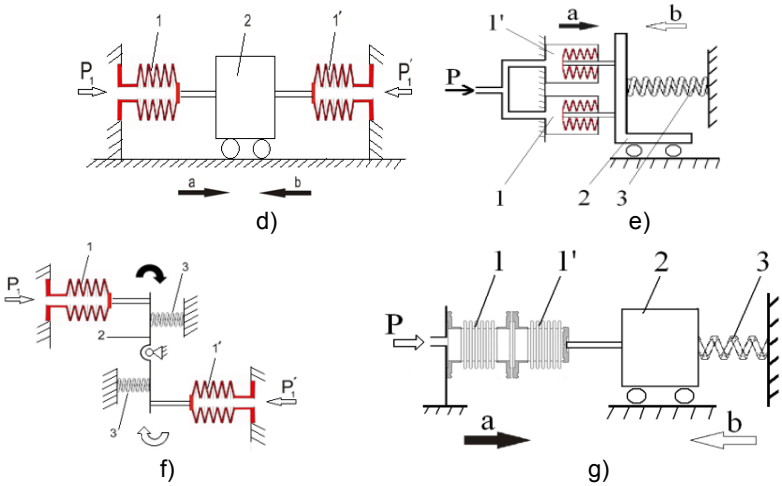


Fig. 2 Sistematizarea schemelor ce conțin actuatori pe bază de silfoane

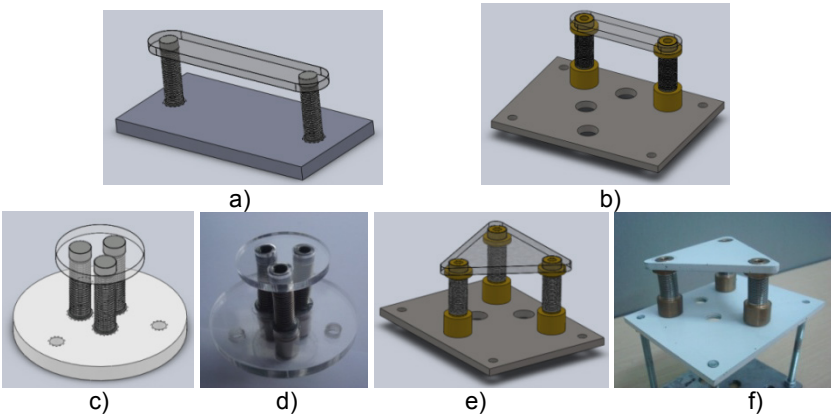


Fig. 3 Modele 3D și fotografii ale prototipurilor dezvoltate

4. Noțiuni privind controlul schemelor de acționare pe bază de silfoane

Controlul s-a realizat prin intermediul unor servovalve proporționale electro-pneumatice Festo VPPE care facilitează o precizie și o viteză de răspuns bună și operează prin transformarea

unui semnal de intrare analog sau digital într-un set de mișcări line a actuatorilor pneumatici.

De asemenea pentru control a fost necesar un compresor de aer de înaltă presiune și o sursă de 24 V de alimentare a servovalvelor.

Comanda actuatorilor se face cu ajutorul PC-ului și a unei interfețe de tipul DaqBoard/3000USB de 16-bit/1-MHz cu convertor Analog/Digital (A/D) care oferă o serie de beneficii precum:

- control de precizie al direcției și cantității de aer și
- viteze/forțe mari de acționare.

Se poate modifica inclusiv tipul de semnal care acționează asupra servovalvelor: sinusoidal, dreptunghiular, triunghiular sau un semnal desenat de utilizator.

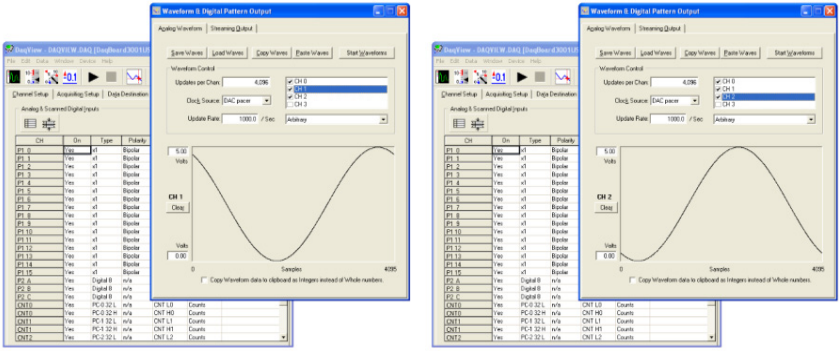


Fig. 4 Parametrii diferiți ai sistemelor de intrare

În figura 4 sunt prezentate valorile pentru fiecare silfon, obținute în urma introducerii unui semnal sinusoidal decalat cu 120^0 unul față de altul.

Pe lângă echipamentele descrise mai sus, pentru achiziționarea și interpretarea rezultatelor s-au utilizat și alte sisteme de achiziţii de date, aparate electronice și aparatură de măsură.

5. Concluzii

■ În lucrare s-a efectuat o sistematizare a schemelor ce conțin actuatori pe bază de silfoane și o analiză comparativă a actuatorilor de diferite dimensiuni.

■ S-au propus și realizat structuri cu actuatori pe bază de silfoane care sunt acționate în plan sau spațiu, aflați în prezent în faza de studiu experimental.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dudescu, M., *Calculul de rezistență al tuburilor ondulate,* Editura U.T. PRES, Cluj – Napoca, 2005.

[2] Jișa, S., Aluței, A., Mândru, D., *Three bellows actuation systems,* Acta Technica Napocensis*,* Applied Mathematics and Mechanics, pag. 193-196, Cluj–Napoca, 2012.

[3] Kang, H., Lee, I., Cho, D., *Development of a micro-bellows actuator using micro-stereolithography technology,* Microelectronic Engineering, Vol. 83, pag. 1201-1204, 2006.

[4] Kargov, A., Werner, T., Pylatiuk, C.,Schulz, S., *Development of a miniaturized hydraulic actuation system for artificial hands,* Sensors and Actuators A, Vol. 141, pag. 548-557, 2008.

[5] Kawashima, K., Arai, T., Tadano, K., Fujita, T., Kagawa, T., *Development of coarse/fine dual stage using pneumatically driven bellows actuator and cylinder with air bearings,* Precision Engineering, Vol. 34, pag. 526-533, 2010.

[6] Kim, B., ș.a, *An earthworm-like micro robot using shape memory alloy actuator,* Sensors and Actuators A, Vol. 125, pag. 429-437, 2006.

[7] Mândru, D., Tătar, O., Crișan R., Noveanu, S., *Acționări în mecanică fină și mecatronică,* Editura Alma Mater, Cluj – Napoca, 2004.

[8] Ono, M., and Kato, S., *A study of an earthworm type inspection robot movable in long pipes,* International Journal of Advanced Robotic System, Vol. 7, pag. 85-90, 2010.

[9] Sheybany, R., Gensler, H., Meng, E., *A MEMS electrochemical bellows actuator for fluid metering applications,* Biomed Microdevices, 2012.

Drd. Ing. Vasile Sergiu JIȘA
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Departamentul de Mecatronică și Dinamica Mașinilor
e-mail: vasile_sergiu_jisa@yahoo.com
Prof. Dr. Ing. Dan MÂNDRU
Decanul Facultății de Mecanică
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Departamentul de Mecatronică și Dinamica Mașinilor
membru AGIR
e-mail: Dan.Mandru@mdm.utcluj.ro