

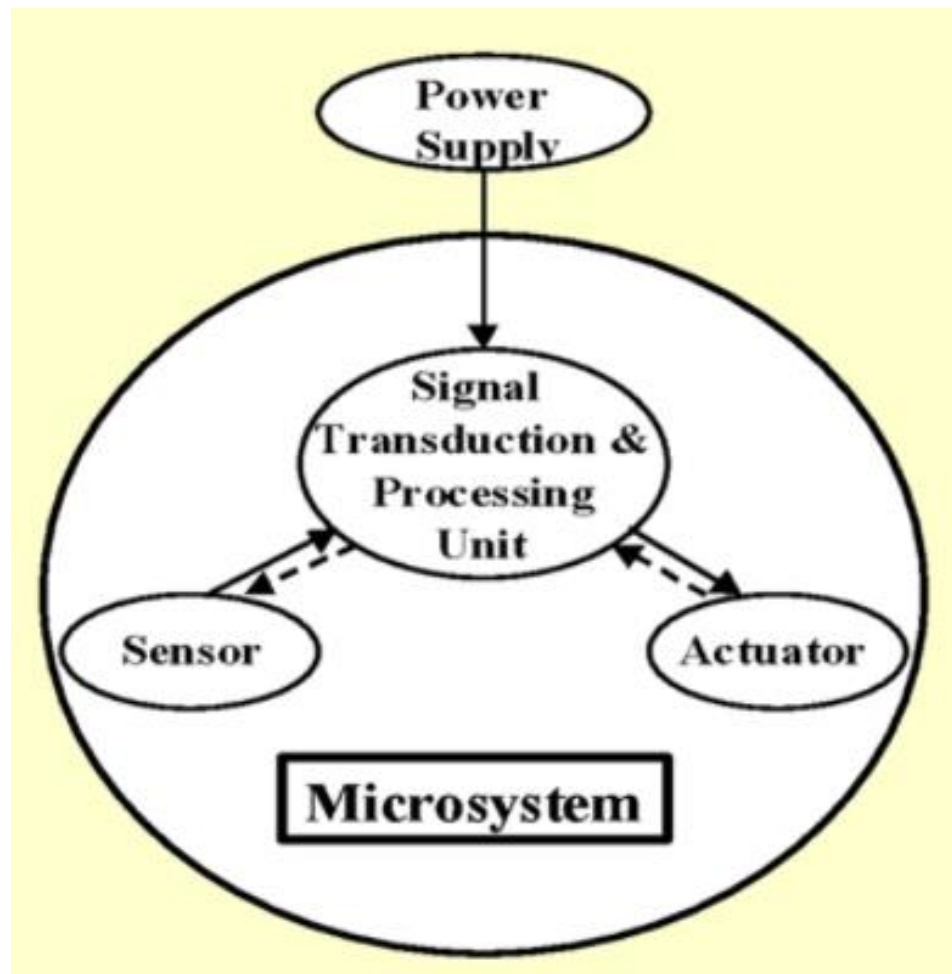
**Microactuatori MEMS cu mecanism de actionare mecanic -
meccanic (pneumatici, hidraulici, etc.).**

Dumitrache Ioan
Gr 55RD

I.Descriere

Microactuatoarii MEMS cu mecanism de acționare mecanic-mecanic sunt dispozitive miniaturale care transformă energia mecanică disponibilă într-o altă formă de mișcare mecanică.

Acești actuatoarii se bazează pe mecanisme precum pneumatica, hidraulica sau alte procese fizice care implică deplasări și forțe mecanice.



II. Funcționare

1. Microactuatori Pneumatici

- Utilizează presiunea unui gaz pentru a genera mișcare.
 - Exemple:
 - Microvalve cu diafragme flexibile.
 - Micropistoane pentru aplicații biomedicale.
-

2. Microactuatori Hidraulici

- Utilizează lichide pentru a transfera forță prin microcanale și camere.
- Exemple:
 - Micropompe hidraulice pentru sisteme de livrare de medicamente.
 - Microactuatori pentru manipularea de sarcini mici.

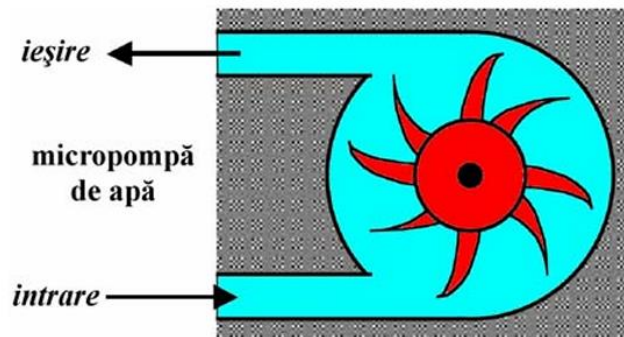


Figura 28.7 Actuatori hidraulic de tip turbină

3. Microactuatori cu Arc și Pârghie

- Utilizează tensiunea acumulată într-un arc miniatural sau o structură similară pentru a genera mișcare prin relaxare.
 - Exemple:
 - Sisteme de declanșare mecanică pentru dispozitive de siguranță.
 - Actuatori pentru eliberarea controlată a unor sarcini.
-

4. Microactuatori pe Bază de Deformare Elastică

- Utilizează proprietățile elastice ale materialelor pentru a acumula și elibera energie mecanică.
 - Exemple:
 - Sisteme de deformare reversibilă pentru manipularea fluidelor.
-

5. Microactuatori Tribomecanici

- Exploatează frecarea sau interacțiunile mecanice directe între suprafețe pentru a produce mișcare.
 - Exemple:
 - Sisteme de blocare/deblocare mecanică miniaturale.
 - Actuatori liniari cu mecanisme de frecare controlată.
-

6. Microactuatori cu Prindere și Blocare Mecanică

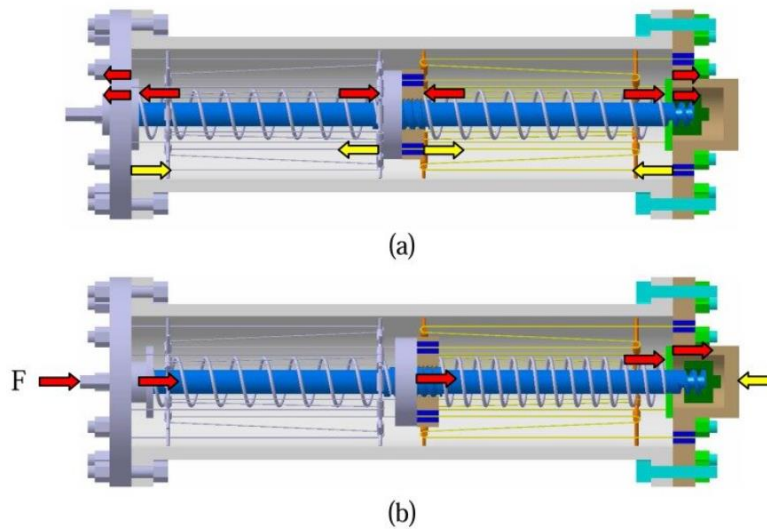
- Folosesc componente mecanice precum gheare, clești sau mecanisme de prindere.
 - Exemple:
 - Microgripere pentru robotica la scară mică.
 - Sisteme de fixare temporară pentru microsenzori.
-

7. Microactuatori pe Bază de Presiune Mecanică Directă

- Funcționează prin aplicarea directă a presiunii mecanice externe asupra unui element sensibil sau mobil.
 - Exemple:
 - Sisteme de sigilare la scară micro.
 - Componente mecanice care deschid sau închid microcanale.
-

8. Microactuatori Bazate pe Amortizare Mecanică (Dampers)

- Utilizează rezistența mecanică la mișcare (amortizare) pentru a controla viteza și forța mișcării.
- Exemple:
 - Sisteme de control al vibrațiilor.
 - Dispozitive de ajustare a mișcărilor oscilatorii.



The configuration of the micro-damper: (a) Before loading; (b) During loading ($F > F_c$).

III. Caracteristici

Microdispozitivele mecanice au ca elemente: pompele, valvele, microgrippers, elemente de poziționare liniare și rotaționale, actuatorii simpli de tip consolă și sisteme complexe de mușchi artificiali.

Micropompele și microvalvele pentru tratare la nivel microscopic a lichidelor și gazelor pot fi folosite în medicină, unde sunt necesare sisteme implantabile, de mare acuratețe, pentru dozarea medicației, sau pentru analiza chimică și biologică, unde trebuie transportate și analizate volume exacte de lichide.

Caracteristici cheie:

- Miniaturizare(dimensiuni extrem de mici)
- Eficienta energetica
- Precizie ridicata
- Integrabilitatea in sisteme complexe

IV. Tehnologii utilizate pentru realizare

1. Litografia pe bază de radiații (Fotolitografie)

- **Principiu:** Folosește lumina pentru a crea un model pe un substrat acoperit cu un strat fotosensibil, care ulterior este gravat pentru a obține structuri microscopice.
- **Aplicații:**
 - Crearea de microcanale și microstructuri pentru actuatorii hidraulici și pneumatici.

- Modelarea componentelor flexibile sau ale membranelor pentru actuatorii elastici.
- **Avantaje:**
 - Permite fabricația de structuri extrem de precise și repetabile.
 - Utilizabilă pentru realizarea de tipare complexe și modele 2D/3D.

2. Gravura chimică (Etching)

- **Principiu:** Folosește un agent chimic pentru a îndepărta materialul de pe substrat în mod selectiv, lăsând structurile dorite.
- **Aplicații:**
 - Fabricarea microcanalelor și cavităților pentru actuatorii hidraulici și pneumatici.
 - Crearea de structuri flexibile și de suspensie pentru actuatorii elastici.

3. Depunerea de straturi subțiri (Thin Film Deposition)

- **Principiu:** Aplicarea unui strat subțire de material pe un substrat pentru a construi componente microscopice.
- **Aplicații:**
 - Depunerea de electrozi pe cristale piezoelectrice sau structuri flexibile.
 - Crearea de straturi de protecție și izolație pentru componentele electromecanice.

4. Laminarea (Bonding)

- **Principiu:** Procesul de unire a două sau mai multe straturi de materiale pentru a crea structuri tridimensionale.
- **Aplicații:**
 - Realizarea microstructurilor multistrat, cum ar fi microvalvele sau micropistoanele.
 - Fabricarea unor elemente de susținere pentru structuri flexibile sau elastice.

5. Microfabricația pe bază de polimeri (Polymer Microfabrication)

- **Principiu:** Folosește polimeri pentru a crea structuri microfabricate prin procese precum litografia, gravura și laminarea.
- **Aplicații:**
 - Fabricarea de structuri de micromecanisme flexibile, cum ar fi membrane sau diafragme pentru actuatori pneumatici și hidraulici.
 - Crearea de canale microfluidice din polimeri pentru manipularea fluidelor.

6. Electroformarea (Electroforming)

- **Principiu:** Depunerea unui strat de metal pe o matriță sau un substrat prin electroplating, formând astfel structuri metalice.
- **Aplicații:**

- Fabricarea de componente mecanice precise, cum ar fi piese de acționare și microgeare pentru actuatorii mecanici.
- Crearea de structuri de suport pentru actuatorii de tip piezoelectric sau termomecanic.

7. Imprimarea 3D (Additive Manufacturing)

- **Principiu:** Crearea de structuri tridimensionale prin adăugarea succesivă de straturi de material (de obicei polimeri, metale sau siliciu).
- **Aplicații:**
 - Fabricarea de componente personalizate și complexe, cum ar fi microstructuri sau piese de acționare.
 - Crearea de prototipurilor rapide pentru testarea designurilor de microactuatori.

8. Depunerea de Materiale Nanostructurate

- **Principiu:** Utilizarea tehnologiilor de depunere și tratare pentru a crea structuri la scară nanometrică care pot îmbunătăți performanțele microactuatorilor.
- **Aplicații:**
 - Crearea de suprafețe cu textură nanometrică pentru a îmbunătăți performanța actuației prin reducerea frecării.
 - Fabricarea de electrozi și cristale piezoelectrice cu caracteristici îmbunătățite.

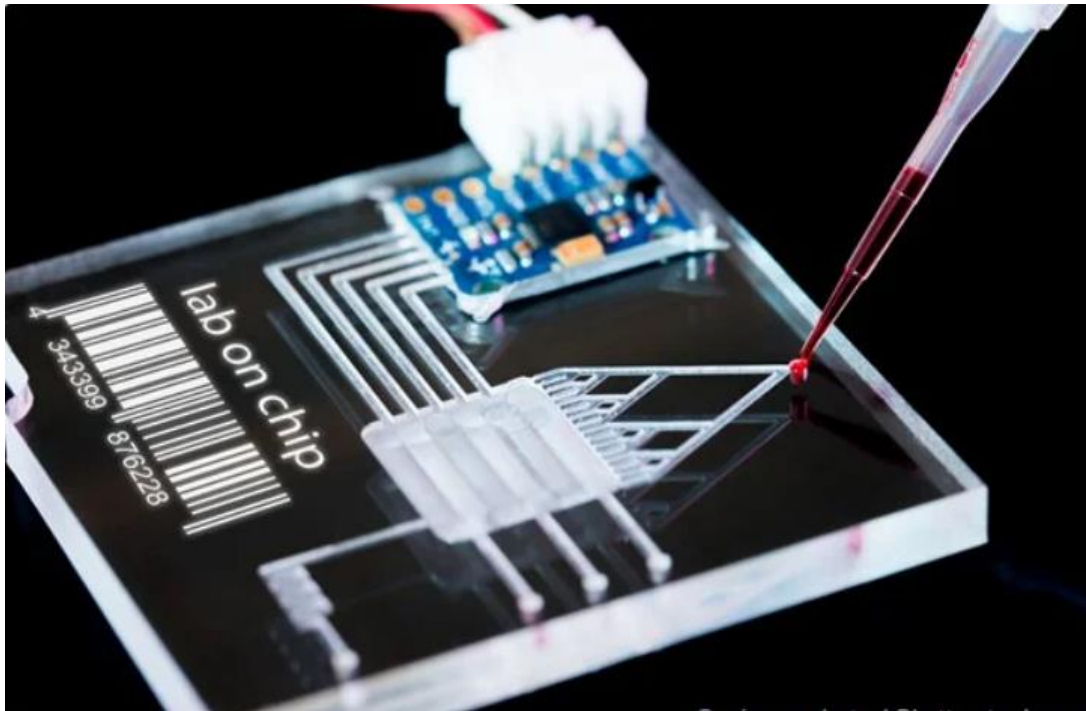
9. Frezarea și Microprelucrarea

- **Principiu:** Utilizarea de mașini de frezat cu control numeric pentru a prelucra materialele cu mare precizie la dimensiuni mici.
- **Aplicații:**
 - Prelucrarea pieselor din siliciu sau metal pentru actuatori care necesită un mecanism mecanic direct, cum ar fi pârghii, levieri sau pistoane.

V. Aplicații

1. Microfluidică

- **Descriere:** Microactuatorii MEMS sunt utilizați pentru manipularea și controlul precis al fluidelor la scară micrometrică.
- **Aplicații specifice:**
 - **Microvalve și micropistoane:** Folosite pentru controlul debitului de fluide în dispozitivele microfluidice utilizate în analize chimice și biomedicale.
 - **Pompe microfluidice:** Transportul fluidelor în cipuri de laborator, cum ar fi pentru reacțiile chimice sau analiza de ADN.
 - **Dispozitive de analiză rapidă (Lab-on-a-Chip):** Manipularea fluidelor pentru teste rapide și precise.



2. Tehnologie biomedicală

- **Descriere:** În domeniul medical, microactuatorii sunt folosiți pentru a controla mișcările precise ale instrumentelor și dispozitivelor miniaturizate.
- **Aplicații specifice:**
 - **Sisteme de livrare de medicamente:** Microactuatori care controlează eliberarea dozelor de medicamente în mod continuu sau pe bază de cerere.
 - **Implanturi medicale:** Dispozitive care controlează mișcarea unor elemente interne pentru a ajusta poziția sau a elibera substanțe la locul corect (de exemplu, în stimulatoarele cardiace).
 - **Microchirurgie:** Microactuatori utilizați pentru manipularea precisă a țesuturilor în intervențiile chirurgicale de mică amploare.

3. Robotică de mică scară

- **Descriere:** În robotică, microactuatorii MEMS sunt esențiali pentru mișcarea și controlul componentelor de dimensiuni foarte mici.
- **Aplicații specifice:**

- **Robotica de tip "soft robot"**: Microactuatori elastici sau pe bază de presiune pentru controlul mișcărilor de precizie în aplicații precum manipularea delicată a obiectelor sau în aplicații medicale.
 - **Roboți pentru medii inaccesibile**: Microactuatori pentru roboți care efectuează sarcini în medii dificile, cum ar fi intervențiile în interiorul corpului uman sau explorarea unor medii de mică dimensiune.
 - **Manipularea materialelor la scară micro**: Folosirea actuatorilor pentru a manipula obiecte microscopice în laboratoare de cercetare sau fabrici de microelectronică.
-

4. Sisteme de control optic

- **Descriere**: Microactuatorii sunt utilizați pentru a ajusta componente optice la scară mică, oferind astfel control precis asupra luminii și imaginilor.
 - **Aplicații specifice**:
 - **Microcomutatoare optice**: Dispozitive care controlează semnalele optice într-un mod similar comutatoarelor electronice, dar la dimensiuni foarte mici.
 - **Sisteme de focalizare optică**: Actuatori pentru ajustarea poziției lentilelor într-un sistem optic miniatural, cum ar fi în microcamere sau sisteme de imagistică biomedicală.
 - **Membrane optice deformabile**: Utilizate în adaptarea faselor de lumină pentru corectarea distorsiunilor sau pentru focalizarea automată a imaginii.
-

5. Sisteme de micromecanică

- **Descriere**: Microactuatorii MEMS sunt folosiți pentru a crea sisteme mecanice precise care se mișcă sau se transformă la scară mică, cu aplicații în instrumente de măsură și dispozitive de detecție.
 - **Aplicații specifice**:
 - **Componente pentru instrumente de măsură**: Microactuatori utilizați în aparate de măsurat presiunea, temperatura sau viteza, pentru ajustarea unor parametri critici.
 - **Microsisteme de control al vibrațiilor**: Actuatori pentru controlul vibrațiilor într-o gamă largă de aplicații, de la sisteme electronice sensibile la sisteme de stabilizare a camerelor video.
 - **Sisteme de închidere și blocare**: Folosirea microactuatoarelor pentru a închide sau debloca mecanisme în sisteme automatizate de siguranță sau control acces.
-

6. Telecomunicații și comutatoare

- **Descriere:** Microactuatoarii MEMS sunt esențiali în telecomunicații, unde permit controlul semnalelor optice și electrice.
 - **Aplicații specifice:**
 - **Comutatoare optice MEMS:** Utilizate pentru comutarea semnalelor optice în rețele de telecomunicații, la dimensiuni extrem de mici.
 - **Reglarea intensității semnalelor:** Microactuatoarii care ajustează semnalul opticoelectric în rețelele de telecomunicații pentru a optimiza performanța.
 - **Microsisteme de antene ajustabile:** Microactuatoarii pentru orientarea antenelor în funcție de semnalul de intrare sau de cerințele de comunicație.
-

7. Sisteme de stocare a energiei

- **Descriere:** Microactuatoarii MEMS sunt folosiți pentru a regla fluxul de energie în diverse dispozitive mici și eficiente din punct de vedere energetic.
 - **Aplicații specifice:**
 - **Sisteme de control al fluxului de aer în micro-turbine:** Actuatoarii pentru a regla fluxul de aer sau lichide în micro-turbine utilizate în generarea de energie la scară mică.
 - **Controlul activ al bateriilor și acumulatorilor:** Utilizarea microactuatoarii pentru reglarea sistemelor de protecție și management al energiei în dispozitive de stocare la scară mică.
-

8. Sisteme de siguranță și protecție

- **Descriere:** Microactuatoarii MEMS sunt integrați în sisteme de siguranță pentru a controla elementele de protecție într-un mod automatizat și eficient.
- **Aplicații specifice:**
 - **Microgripere și sisteme de blocare:** Actuatoarii care controlează închideri de siguranță pentru vehicule sau dispozitive de protecție la scară mică.
 - **Sisteme de protecție a echipamentelor electronice:** Actuatoarii care protejează componentele sensibile prin mecanisme de sigilare sau protecție activă.