

5. Mikro in nano elektro mehanski sistemi (angl.
Micro/Nano Electro Mechanical Systems)

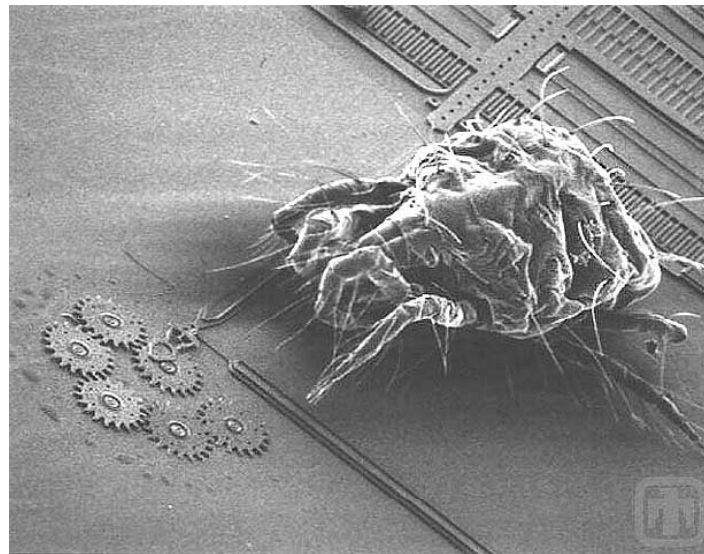
Vsebina 5.poglavja predavanj (4.UNI/RS)

Avtor: Izr.prof.dr. Miha Mraz

Šol.letno: 2010/2011

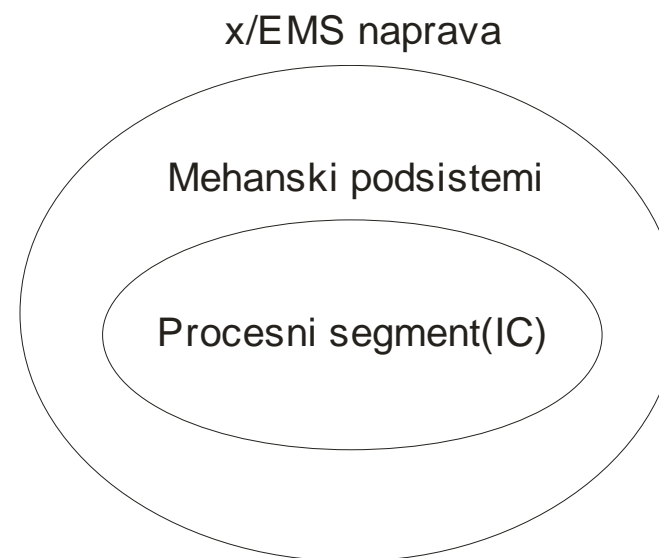
5.1.Osnove x/EMS sistemov - naprav

- MEMS: elektro mehanske naprave izdelane na mikro nivoju (angl. *Micro Electro Mechanical Systems*)
- NEMS: elektro mehanske naprave izdelane na nano nivoju (angl. *Nano Electro Mechanical Systems*)
- Slika: Pršica v prisotnosti MEMS naprave:



5. Mikro in Nano elektro mehanski sistemi

- V splošnem razdelimo x/EMS napravo na mehanske podsisteme in na procesni (elektronski) segment (Mikroelektronika + “micro machining” = “system on chip”)

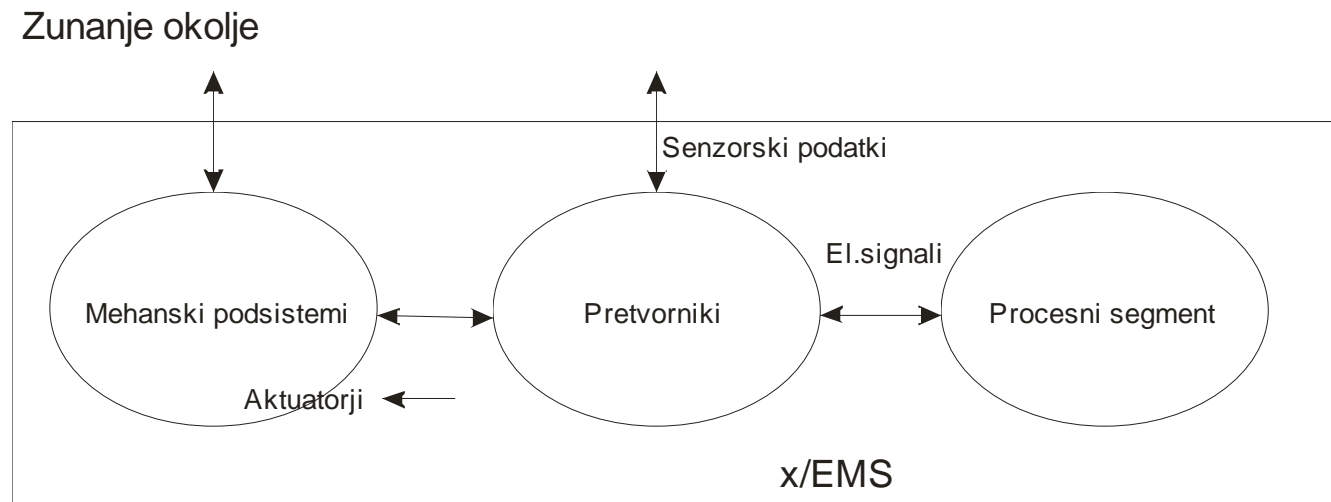


Značilnosti x /EMS naprav

- Veliko razmerje med površino in volumnom naprave
- Površinski efekt elektrostatičnosti
- Površinski efekt stičnosti (angl. *wetting efect*)



Splošna shema x/EMS naprave



5.2. Funkcionalni gradniki x/EMS naprav

- x/EMS naprave so plod integracije pretvornikov, aktuatorjev, senzorjev, ostalih mehanskih komponent in elektronike [3]

5.2.1. Pretvorniki (angl. Transducers)

- Funkcija: pretvorba ene vrste nosilca podatkov v drugo vrsto
- Klasični primeri: mikrofoni, zvočniki, termometri
- Efektivnost pretvornika E
- Q – Izhodna moč
- P – Vhodna moč
- Zaradi izgube pri konverziji vedno velja $E < 1$

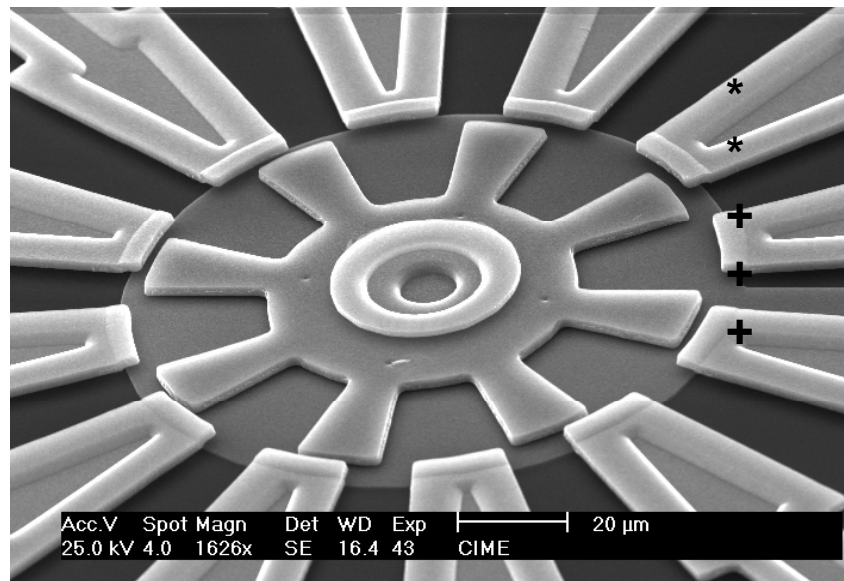
$$E = \frac{Q}{P}$$

5.2.2. Aktuatorji

- Mehanizmi za pretvorbo (običajno električnih) decizijskih signalov v mehansko dejavnost (iniciatorji gibanja, nadzorniki gibanja, itd.) – mehanski gonilniki
- Inicijacija – vhodni signal pride s strani pretvornika
- Nadzorovanje okolja MEMS/NEMS se preko aktuatorjev manifestira preko
 - Premikov
 - Pozicioniranja
 - Reguliranja
 - Filtriranja
 - Črpanja
 - itd.

- Vrste aktuatorjev (v realnih merskih gabaritih, sledi miniaturizacija) [3] :
 - Elektromagnetni (npr. električni motorji, akustični zvočniki, ventili)
 - Pnevmatični (npr. motorji)
 - Hidravlični (npr. zavore)
 - Piezo električni (izkoriščajo elektrostatične fenomene)
 - Termični (za mehansko dejavnost izkoriščajo toploto)

- MEMS aktuator: elektrostatični motor delujoč na osnovi alternirajočih napetosti na sosednjih površinah (vir [3]/lecture11)



5.2.3. Senzorji

- Zbirajo informacije iz okolja
- Vrste senzorjev:
 - Mehanski
 - Termični
 - Akustični
 - Biološki
 - Kemični
 - Optični
 - Magnetni

5.2.4. Ostale mehanske komponente

- Motorji
- Ventili
- Zavorni in prestavni gradniki
- Zobniki
- Prijemalni sistemi itd.

5.2.5. Elektronski sklop

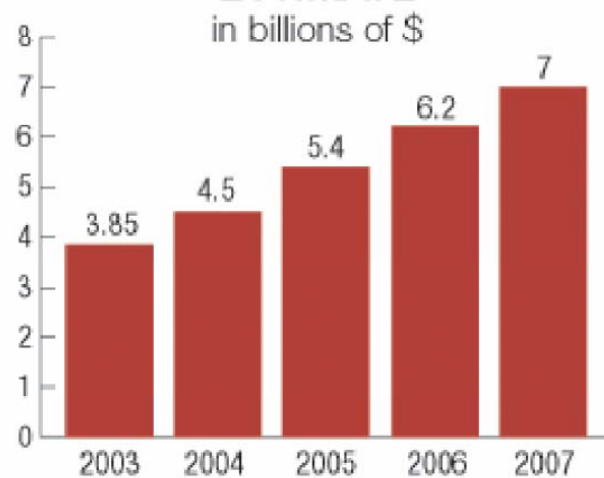
- Vrši decizijo (computing) in pomnjenje (storage)
- Rezultat decizije: krmilni izhodi elektronske narave, ki gredo preko pretvornikov (transducers) do aktuatorjev
- Domena računalniške stroke ob poznavanju ostalih ved (fizika, kemija, mehansko inženirstvo, itd.)

5.3 Zgledi MEMS/NEMS naprav in njihov tržišče

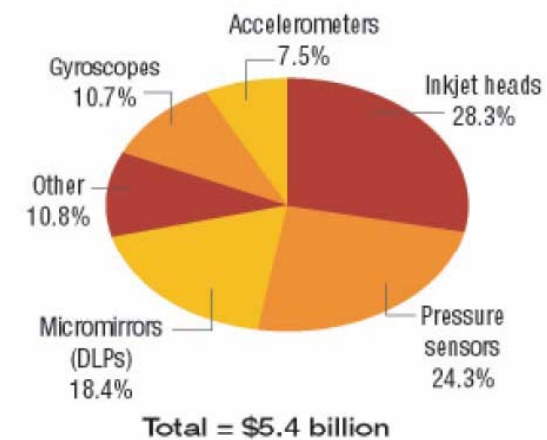
- www.sandia.gov (Sandia National Laboratories, 1949 ->)
- GO-CO (government owned, contractor operated facility)

- VIR: <http://www.limbachman.net/eecs179/lectures/lecture07.pdf>

WORLDWIDE MEMS MARKET ESTIMATE



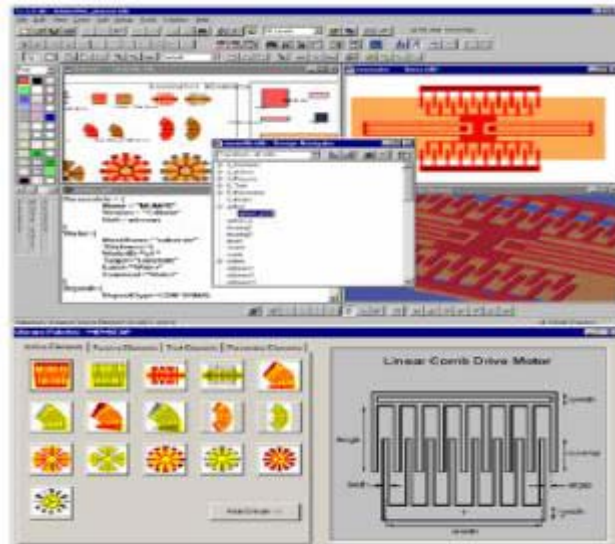
2005 MEMS MARKET BY PRODUCT
percentage of total sales



5.4. Razpoložljiva orodja

- MEMS Pro (v.6.0):

http://www.softmems.com/mems_pro.html



- MEMCAD: www.memcad.com
- IntelliCAD: www.intellisense.com
- MEMS ProCAET: www.tanner.com
- MEMScap: www.memscap.com

5.5. Literatura poglavja

- [1] <http://www.ee.ucla.edu/~wu/ee250b/Introduction.pdf>
- [2] <http://www.memsnet.org>
- [3] <http://www.limbachman.net/eecs179/lectures/lecture07.pdf>
- [4] M. Gad-el-Hak: MEMS Handbook, CRC Press, 2002, USA – reference MEMS aplikacij (knjigo si lahko sposodite pri prof.Mrazu)