

# Nanoelectromechanical systems

---

Μαργαριτάκης Εμμανουήλ\*

Πανεπιστήμιο Κρήτης

Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Υλικών Ηράκλειο 2016

Ο Richard Feynman είχε πει σε μία ομιλία του το 1959 «There's Plenty of Room at the Bottom» δηλαδή υπάρχει άφθονος χώρος στο κάτω μέρος. Από το 1959 έως το 2000 πέρασαν αρκετά χρόνια για να έχουμε την πρώτη ενσωμάτωση μιας NEMS συσκευής που ανακαλύφθηκε από ερευνητές της IBM [1]. Τα NEMS είναι λοιπόν είναι νανο-ηλεκτρομηχανικά συστήματα, αισθητήρες ή ενεργοποιητές σε κλίμακα νανομέτρων που κυμαίνεται από 100 έως λίγα νανόμετρα. Τα NEMS μπορούν να κατασκευαστούν με μάζες ακόμη και μερικά attogram ( $10^{-18}$ g), και με διατομές περίπου 10nm. Το εξαιρετικά μικρό μέγεθος των NEMS παρέχει θεμελιώδεις συχνότητες στο φάσμα των μικροκυμάτων όπως επίσης μηχανικές παραμέτρους σε χιλιάδες ευαίσθητες δυνάμεις της τάξεως attonewton. Ακόμη μπορεί να υπολογίσουν ενεργές μάζες της τάξης των φεμτογραμμαρίων [3],[4].

Αν και βρισκόμαστε στα αρχικά στάδια χρήσης των NEMS έχουμε κάποιες εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιούνται όπως: επιταχυνσιόμετρα, γυροσκόπια, αισθητήρες πίεσης, θερμικούς ενεργοποιητές, μικροσκόπια ατομικής δύναμης και BioNEMS.

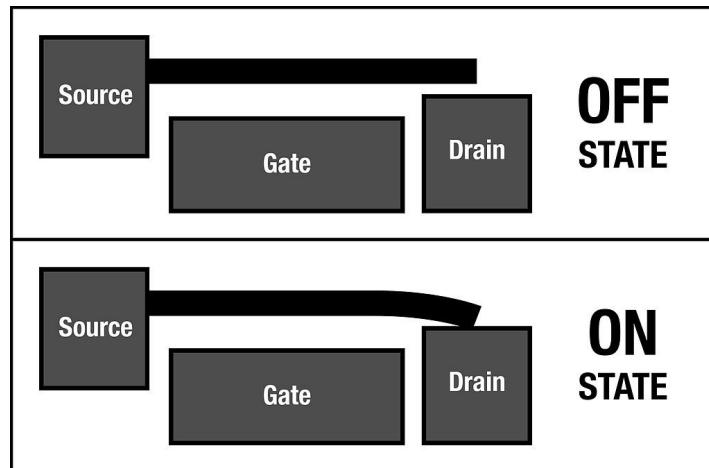
Παράλληλα γίνεται τεράστια έρευνα για χρήση των NEMS στο μέλλον όπως: εφαρμογές σε μικρο-ρομποτική, συμπαγή μοντέλα των νανοσωλήνων άνθρακα, βαθμονόμηση του AFM και αυτόνομης αυτό-βαθμονόμησης συστημάτων [5].

## Nanoelectromechanical relay

---

Είναι ένας ηλεκτρικά ενεργοποιούμενος διακόπτης (nanoelectromechanical relay), κατασκευασμένος σε κλίμακα νανομέτρων με τεχνικές κατασκευής ημιαγωγών και γι' αυτό το λόγο δρουν σε συνδυασμό με αυτούς ή ακόμη μπορούν και να τους αντικαταστήσουν.

Ένα τυπικό “ρελέ” απαιτεί ένα δυναμικό της τάξης κάποιων δεκάδων βολτ ώστε να λειτουργήσει ενώ έχουν αντιστάσεις επαφής ταξης γίγα-Ωμ. Κύριο πλεονέκτημα τους είναι η πολύ χαμηλή κατανάλωση ενέργειας [2].



Εικόνα 1: Σχήμα τριών τερματικών ηλεκτρομηχανικών ρελέ [2].

[\\*mst813@edu.materials.uoc.gr](mailto:mst813@edu.materials.uoc.gr)

### Βιβλιογραφία:

1. *Wikipedia: Nanoelectromechanical systems*
2. *Wikipedia: Nanoelectromechanical relay*
3. *Laurent Duraffourg and Julien Arcamone. Nanoelectromechanical systems. Electronics Engineering Series. Wiley. 2015*
4. *Applications in micro- and nanoelectromechanical systems. Engineering Analysis with Boundary Elements. University of Illinois. <https://web.engr.illinois.edu/~aluru/Journals/EABE06-1.pdf> Τελευταία πρόσβαση στις 10/5/2016*
5. *TechConnect. World Innovation. Conference & Expo. June 14-17, 2015 Washington, DC. <http://www.techconnectworld.com/World2015/workshops/522.html> Τελευταία πρόσβαση στις 10/5/2016*