



## Memory metals - 4. Muscle wire come attuatore

Versione: 26/08/2013



I materiali di NANOLAB, inclusa la presente guida, sono proprietà degli autori di NANOLAB ([www.nanolab.unimore.it](http://www.nanolab.unimore.it)) e distribuiti con [licenza](#) Creative Commons 3.0

### Finalità

- Riflessione sul significato di “fase” di un materiale
- Comprendere il concetto di sensore ed attuatore.
- Comprendere il funzionamento ed utilizzare alcune applicazioni del muscle wire

### Caratteristiche



Può essere svolto con mezzi semplici, per una dimostrazione immediata del fenomeno analizzato, con un alto impatto spettacolare. Si presta perciò a dimostrazioni d’aula e a contesti esterni al laboratorio scolastico, quali dimostrazioni pubbliche..



Prevede una raccolta sistematica di dati e una successiva analisi, con metodi tipici di un laboratorio scolastico, senza particolari difficoltà



Dal sito [www.nanolab.unimore.it](http://www.nanolab.unimore.it), nella corrispondente sezione, è possibile scaricare **la Guida didattica completa** in cui sono raccolti e descritti in modo integrato tutti gli esperimenti dell’area tematica “**memory metals**”. Al suo interno troverete suggerimenti e commenti didattici, istruzioni di montaggio dettagliate, allestimenti o procedure alternativi, indicazioni esaurienti per l’acquisto dei materiali necessari, in aggiunta alle normali attrezzature di laboratorio, e l’eventuale software di simulazione e di elaborazione dati. Sono inoltre offerte proposte di diversi contesti didattici in cui l’esperimento può essere inserito e rimandi ai materiali di approfondimento (link esterni e background reading).



### Cosa osservare

In particolare la disposizione del filo a triangolo attuatore permette di convertire il piccolo movimento del filo quasi impercettibile dovuto alla contrazione in uno spostamento verticale molto più grande se il carico fosse attaccato al filo in verticale.

E' fondamentale che sia sempre applicata al filo in fase di raffreddamento una forza estensiva di recupero (*bias force*) per permettere l'allungamento che non avviene spontaneamente nelle leghe one-way. Se dopo una contrazione tale forza non è applicata si avrà pochissima elongazione ed al successivo ciclo di riscaldamento anche la contrazione e la corrispondente forza generata sarà minima.

### Materiale occorrente (per una singola postazione)

- muscle wire (L = 10 cm circa, ~100 $\mu$ m $\varnothing$ )
- filo elettrico
- batteria (3V)
- pulsante
- carta millimetrata
- asse di legno (20 X 30 cm) con supporto
- sacchetto + graffetta
- rondelle da 10 grammi o meno
- 2 puntine da disegno
- righello
- 

### Procedura

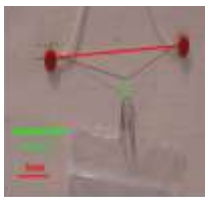
#### A - Preparazione del circuito



1-Ritagliate il foglio di carta millimetrata sulle misure del compensato e fissatelo ai quattro angoli dell'asse con le puntine da disegno. 2-Con altre due puntine fissate il filo di nitinolo all'asse tramite gli occhielli alle sue estremità (figura in basso a sinistra e al centro). 3-Collegate i fili elettrici già precedentemente saldati al muscle wire con altri due fili elettrici più lunghi di circa 25 cm ciascuno saldandoli ai terminali del porta-pila. Inserite nel circuito un interruttore tagliando opportunamente uno dei due fili elettrici. 4-Fate un buco nella parte superiore della bustina di plastica e infilatevi la graffetta che funzionerà da gancio per appendere la bustina esattamente al centro del filo di nitinolo. Inseritevi le masse desiderate (ma non eccedete mai i 30 g!): eventualmente usate come masse monete tutte uguali (5 centesimi).

nella parte superiore della bustina di plastica e infilatevi la graffetta che funzionerà da gancio per appendere la bustina esattamente al centro del filo di nitinolo. Inseritevi le masse desiderate (ma non eccedete mai i 30 g!): eventualmente usate come masse monete tutte uguali (5 centesimi).

#### B - Il triangolo attuatore



Variate la base B del triangolo attuatore mantenendo fissa la massa applicata (ad es 30 g), che dovrà essere riposizionata agganciandola ogni volta perfettamente al centro. Potete aiutarvi con la griglia della carta millimetrata sia per riposizionare le puntine che per effettuare le successive misure. Misurate l'altezza H del triangolo formato dal filo "rilassato" (= senza il passaggio di corrente). Chiudete il circuito premendo l'interruttore e segnate l'altezza H<sub>c</sub> del triangolo formato dal filo contratto (in cui passa corrente). Segnate **rapidamente** con una matita l'altezza raggiunta dal filo contratto e **rilasciate subito l'interruttore** o rischiate di



surriscaldare e rovinare il filo! Procedete poi con calma alla misurazione di  $H_c$  direttamente tramite la carta millimetrata. Calcolate lo spostamento  $DH = H - H_c$  e individuate se esiste una relazione tra  $B$  e  $DH$ . Appena il movimento è compiuto, chiudete il collegamento e rilasciate il filo che sollecitato dalla massa (*bias force*) tornerà in posizione di riposo.

### *C – Dimensioni di un filo di nitinolo*



Il nitinolo nella fase rilassata martensitica e contratta austenitica, varia le proprie dimensioni. Provate ad eseguire una verifica:

a) **lunghezza**: la modificazione può essere calcolata tramite il triangolo attuatore

b) **diametro**: l'eventuale modificazione può essere registrata mediante misura per diffrazione nelle due fasi (vedi "misura diametro di un capello" all'indirizzo

[http://oldphysicscom.unimore.it/index.php?page=laboratori\\_didattici](http://oldphysicscom.unimore.it/index.php?page=laboratori_didattici) o vedi cosa si ottiene inserendo in Google "[Measuring the Diameter of a Human Hair by Laser Diffraction.pdf](#)")

### *Reperimento materiali*

**Muscle wire/flexinol** [www.futurashop.it](http://www.futurashop.it) Futuraelettronica- Italia - sotto la voce "nuove tecnologie". Costo 16 euro per molla e tra gli 8,50 ed i 12 euro 1 mt di flexinol a seconda del diametro. Prezzi escluso il costo di spedizione.