



Polimeri conduttivi - 1. Il QTC: da perfetto isolante ad ottimo conduttore

Versione: 23/01/2013



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

Finalità

- Studiare e confrontare il comportamento di materiali piezoresistivi basati su differenti meccanismi conduttivi.
- Introdurre il fenomeno di tunnel quantistico degli elettroni in modo operativo.
- Comprendere quali sono le proprietà necessarie ad un buon sensore.

Caratteristiche



Prevede una raccolta sistematica di dati e una successiva analisi, con metodi tipici di un laboratorio scolastico, difficoltà medio alta.



Dal sito 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 "**polimeri conduttivi**". 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

Studiando l'andamento della resistenza del QTC in funzione della pressione esercitata su di essa, è possibile osservare che il fenomeno, a differenza di quel che accade in altri materiali, segue un andamento esponenziale consistente con l'ipotesi di meccanismo di conduzione quantistico (effetto tunnel assistito) all'interno del polimero.

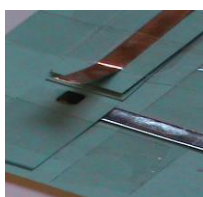
Tale idea è ulteriormente confermata dall'analisi della curva caratteristica IV che, a pressioni intermedie, presenta un andamento altamente non lineare, zone a regime di resistenza negativa, oscillazione della corrente ed isteresi, tutte caratteristiche spiegabili in termini di tunnel quantistico degli elettroni

Materiale occorrente (per una singola postazione)

- QTC pill¹
- 2 strisce di rame o altro conduttore²
- nastro adesivo
- Velostat¹
- bilancia ($\pm 0,1$ gr)
- multimetro (ohmetro)
- masse e sabbia (~ 3 Kg)
- Eon-Tex¹

Protocollo sperimentale

A – Inserimento del campione nel circuito



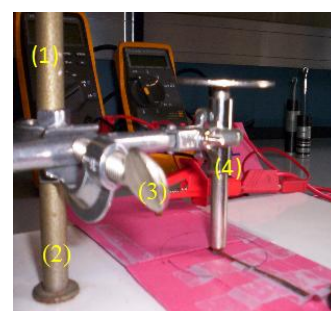
Per inserire i campioni nel circuito, poneteli tra due strisce sottili di metallo. Perfetti i fogli di "rame da sbalzo" utilizzati a scuola in educazione artistica: la parte a contatto col campione è quella grigia! Le strisce saranno fissate con il nastro adesivo direttamente sul bancone o su una qualunque superficie rigida perfettamente isolante. Una buona soluzione può essere il cartoncino. Attenzione che le due strisce metalliche non si tocchino: la corrente deve fluire attraverso il

solo campione!

B – Il circuito



Ad un' asta verticale da laboratorio (1) fissate un'asta orizzontale terminante "a pinza" (2) tramite una doppia vite (3). Stringete la pinza attorno ad un cilindro cavo al cui interno deve scorrere senza attrito e possibilmente senza troppo gioco l'asta di un piattello rigido (4).



Posizionate poi il campione prescelto e le strisce di rame già assemblate sotto la punta del piattello facendo attenzione a centrare bene il campione. Collegate le due strisce di rame ad un multimetro modalità ohmetro. La resistenza dovrebbe essere dell'ordine dei M Ω . Controllate i contatti premendo delicatamente sul piattello: la resistenza si abbasserà più o meno drasticamente a seconda del materiale.

¹ Vedi più avanti sezione *Reperimento materiali*.

² Larghe non più della QTC pill e lunghe a piacere indicativamente 0.4 cm X 10 cm da un foglio di rame da sbalzo (costo euro 2 in cartoleria) si ricavano col tagliarino una sessantina di strisce da tagliare in 2 pezzi.

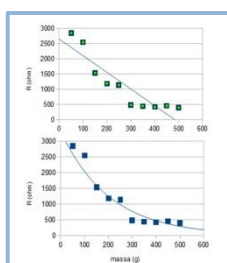


C-Resistenza al variare della pressione



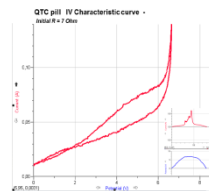
Per studiare la resistenza R dei vari campioni in funzione della pressione esercitata si utilizzano masse da laboratorio o, in alternativa, un recipiente da riempire progressivamente pesando e aggiungendo quantità prefissate e sempre uguali di sabbia. Soprattutto nella fase iniziale a minor compressione, la resistenza R potrebbe stabilizzarsi solo dopo un certo intervallo di tempo. E' importante che tutte le letture di R siano effettuate dopo che è trascorso lo stesso intervallo di tempo dal posizionamento della massa corrispondente.

D – Ricerca del modello



Una volta ottenuti i dati sperimentali è possibile ricercare per ciascun campione il modello teorico che meglio approssima l'andamento resistenza/(massa applicata) e confrontare i risultati ottenuti. Per una trattazione di tipo qualitativo si consiglia di utilizzare la funzionalità del foglio elettronico che consente di inserire anche più curve di best fit contemporaneamente. Per chi lo desiderasse è poi possibile approfondire utilizzando opportune tabelle di controllo.

E – Curva caratteristica IV



Per ottenere la curva caratteristica corrente/tensione si sostituisce l'ohmmetro con un generatore e si fa uso di sensori per l'acquisizione on line di I e V . Prima di iniziare la raccolta dati si sceglie una massa da porre sul piattello che rimarrà fissa per tutto l'esperimento: ciò equivale a fissare una certa R iniziale. Il tracciamento della curva viene ripetuto con R iniziali diverse per valutare se il comportamento della QTC pill (o alternativamente Velostat ed EonTex) è ohmico o no a pressioni differenti.

Reperimento materiali

Il QTC si acquista presso www.mindsetonline.co.uk £ 0.40 al pz. (prezzo autunno 2012) + spese di spedizione - Inserite "qtc" nella colonna a sinistra in "quick search" e vi comparirà il prodotto.

- E' possibile nello stesso sito acquistare un DVD ed un volumetto della SEP - "QTC a remarkable new material to control electricity"
- La Peratech [1] vende evaluation kits per clienti interessati a sviluppare nuove applicazioni dove sono presenti anche QTC sheets and QTC cables (circa 300 sterline).

Gli **elettrodi di rame** sono ottenuti da un foglio di rame da sbalzo per educazione artistica reperibile in cartoleria (costo circa 1 euro). Da una foglio si ricavano anche una quarantina di elettrodi.



Il **Velostat** della **3M**, oltre che direttamente dalla ditta è possibile acquistarlo online da <http://www.plugandwear.com> colonna a sinistra: Products→Fabrics →Conductive. Costo euro 9,60 al metro (h 91 cm). Da ogni foglio si ottengono innumerevoli campioni. E' un materiale piezoresistivo di tipo tradizionale basato sulla percolazione.

Il **tessuto piezoresistivo Eontex** della Eonyx può essere acquistato dal sito <http://www.eonyx.com/>. L'Eontex è un nuovo tessuto piezoresistivo la cui conducibilità è assicurata dal fatto che le sue fibre sono uniformemente rivestite tramite "thin film coating technology" con polypyrrole (PPY), un polimero intrinsecamente conduttivo opportunamente drogato.