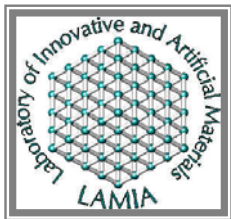




Iniziativa Docup Obiettivo 2 (2000-2006),  
misura 3.7, sottomisura D  
*Diffusione e trasferimento dell'innovazione*

## *Sviluppo di magneti superconduttori realizzati con materiali avanzati.*

Realizzato da:



CNR-INFM Lamia  
Corso Perrone, 24  
16152 Genova

Coordinatore del progetto:  
Dr. Carlo Ferdeghini  
Tel. 0106598761  
[Ferdeghini@fisica.unige.it](mailto:Ferdeghini@fisica.unige.it)

in collaborazione con:

Università  
di Genova



DIFI  
Via Dodecaneso 33,  
16146 Genova  
Prof. Marina Putti  
[Putti@fisica.unige.it](mailto:Putti@fisica.unige.it)

DCCI  
Via Dodecaneso 3i,  
16146 Genova  
Prof. Maurizio Ferretti  
[Ferretti@chimica.unige.it](mailto:Ferretti@chimica.unige.it)

### **Il Progetto**

Il progetto risponde alle esigenze di alcune PMI del territorio, che utilizzano tecnologie superconduttive. Tali aziende erano interessate alle tecnologie relative al possibile utilizzo industriale del nuovo superconduttore  $MgB_2$ , recentemente scoperto. Tale superconduttore presenta caratteristiche intermedie fra quelle dei superconduttori ad alta temperatura di transizione (ha infatti una temperatura di circa 40K che permette l'utilizzo di semplici criogeneratori invece della più costosa e complessa tecnologia dell'elio liquido) e quelle dei superconduttori tradizionali (buona lavorabilità, basso costo e buone capacità di portare alte correnti).

Il progetto di ricerca si proponeva di approfondire le potenzialità di impiego di questo nuovo superconduttore per la realizzazione di conduttori adatti alla costruzione di avvolgimenti idonei all'utilizzo per sistemi magnetici per MRI.

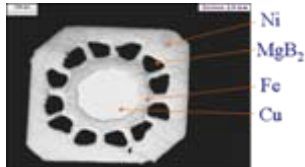
In particolare le aziende proponenti volevano acquisire le basi conoscitive per sviluppare una nuova tipologia di elettromagneti superconduttori raffreddati mediante cryocooler. Scopo del progetto era anche quello di verificare la realizzabilità di un magnete superconduttore con le pezzature di cavo più lunghe esistenti di magneti superconduttori. Per questo si rendeva necessario sviluppare delle procedure di controllo per la produzione di pezzature chilometriche di cavo.

### Risultati attesi dallo studio:

1. Realizzazione di una serie di misure per la caratterizzazione del cavo superconduttore.
2. Individuazione di procedure che consentano la realizzazione di pezzature su scala chilometrica.
3. Realizzazione con tali pezzature di un magnete modello.

### Task1.

In figura è mostrato la sezione di un cavo multifilamentare stabilizzato in rame.

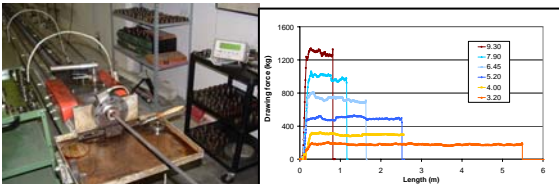


Il conduttore è stato caratterizzato con una vasta serie di misure: resistività elettrica, conducibilità termica, corrente critica in funzione della temperatura e del campo, durezza, resistenza a trazione etc. Sono state eseguite micrografie ed esami tramite SEM ed al HRTEM. Esiste quindi un vasto database disponibile di tutte le caratteristiche utili per le applicazioni del conduttore.

### Task2.

Sono stati individuati due sistemi di controllo on-line durante la lavorazione della omogeneità del nastro su pezzature di scala chilometrica:

1. Misura continua degli sforzi applicati nel processo di deformazione meccanica di trafilatura.



Il sistema di misura è mostrato in figura: è costituito da una cella di carico montata sul portatrafila che misura in continuo lo sforzo applicato dalla trafila. Un computer interfacciato ad essa registra nel tempo le eventuali variazioni. Sono rappresentati esempi delle misure effettuate per ogni sezione in trafila sul monofilamentare utilizzato per la realizzazione del cavo. Il sistema si è mostrato di sufficiente sensibilità e molto flessibile.

2. Progettazione e realizzazione di un sistema magnetico per il monitoraggio in continua della omogeneità del nastro.

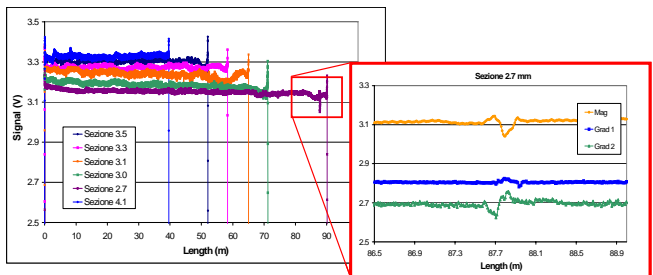
Il sistema di misura è costituito da un solenoide esterno (che genera il campo magnetico) e da

tre bobine di pick-up: una bobina è per la misura della magnetizzazione  $M$  e due gradiometri per la misura della variazione spaziale della magnetizzazione lungo il nastro  $dM/dz$ .

Il sistema è stato interfacciato attraverso una scheda analogico-digitale ad un computer e la misura gestita tramite un sistema NI LabView.



In Fig. è mostrato lo schema dell'apparato ed un esempio della rilevazione di un difetto.



Il sistema si è mostrato di grande sensibilità, molto flessibile e potenzialmente utilizzabile on line. È stato testato su pezzature chilometriche.

### Task3.

Questo task riguardava la validazione finale della tecnologia. Si trattava di dimostrare la fattibilità di un magnete superconduttore con la tecnologia dell'MgB<sub>2</sub>. Si è scelta la configurazione a solenoide che prevedeva un campo di 0.5 al centro con un campo sul conduttore di 0.65T. Si è dovuto provvedere a isolare elettricamente il conduttore. Il magnete, impregnato in resina a freddo, è stato avvolto su di un coil form estraibile. La lunghezza totale del conduttore utilizzato è stata di 530m. Al momento della realizzazione si trattava del più grande magnete al mondo realizzato con questa tecnologia.



### Note Finali:

È stata realizzata una completa caratterizzazione dei cavi multifilamentari di MgB<sub>2</sub>.

Sono stati progettati e realizzati sistemi di

controllo della omogeneità utilizzabili in linea durante il processo di deformazione meccanica. La validazione del MgB<sub>2</sub> come materiale utile per la realizzazione di grandi magneti per applicazioni di potenza sembra avvenuta.