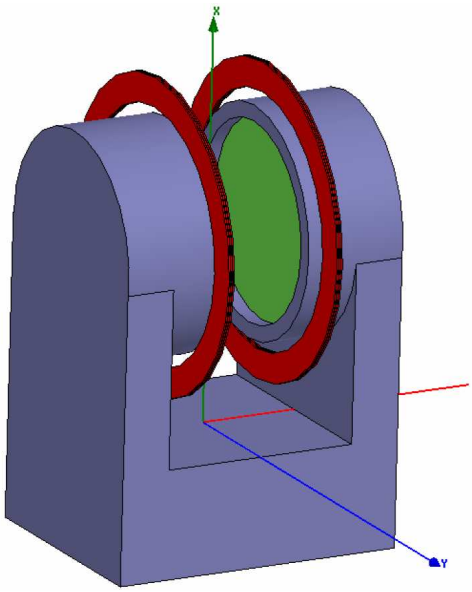
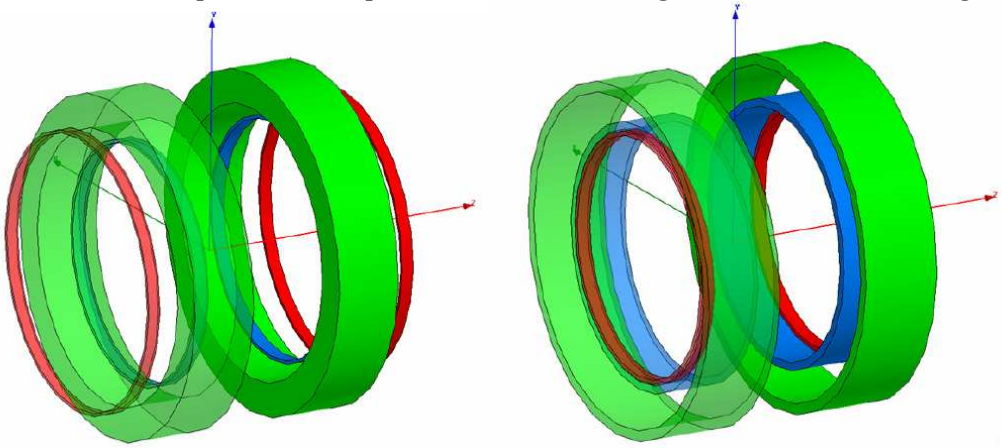
ATTIVITÀ DI RICERCA NELL'AMBITO DELLO SVILUPPO DI CONFIGURAZIONI INNOVATIVE PER MAGNETI SUPERCONDUTTIVI IN MgB_2 PER DIAGNOSTICA MEDICA

A. Capelluto[+], *D. Damiani*[+], *R. Marabotto*[+], *P. Molfino*°, *G. Molinari*°, *M. Nervi*°

[+]ASG Superconductors S.p.A
C.so Perrone 73r, 16152 Genova

°Dipartimento di Ingegneria Elettrica
Università di Genova
Via Opera Pia 11a, 16145 Genova

Le macchine per risonanza magnetica sono ormai molto diffuse nella diagnostica medica corrente, e ne esistono di moltissimi modelli e produttori. I miglioramenti che si possono apportare alle configurazioni magnetiche potrebbero quindi apparire a prima vista come modesti, e in definitiva trascurabili rispetto agli sforzi progettuali compiuti per ottenerli. In realtà non è così per svariate ragioni: una di queste ragioni è l'utilizzo come superconduttore del diboruro di magnesio, che porta a una differente logica di dimensionamento delle bobine. Un'altra ragione, estremamente importante da un punto di vista operativo, è la necessità di ottenere configurazioni che minimizzino lo stress dei pazienti (rendendo meno traumatico l'esame tomografico, e quindi più attraente la macchina): in particolare le macchine "total body" di tipo corrente hanno solitamente configurazioni "a tubo", che comportano la necessità di introdurre il paziente in una struttura molto angusta e claustrofobica. Per ovviare a questo inconveniente un'ovvia possibilità è quella di realizzare dei magneti di tipo "open sky", costituiti da una struttura ferromagnetica a "C" che presenta i due bracci della "C" diretti verso l'alto (vedi figura sotto). In questo modo il paziente riesce sempre a vedere il soffitto della sala diagnostica e non manifesta più crisi di panico.



Di converso occorre rivedere tutta la progettazione, dal momento che nel caso di magnete "open sky" è assai più problematico riuscire ad ottenere un'uniformità molto spinta con la stessa facilità ottenibile in magneti a struttura chiusa. Pertanto è stata avviata un'attività di ricerca congiunta tra Università di Genova-DIE e ASG finalizzata alla concezione, allo studio ed allo sviluppo di nuove configurazioni. In particolare sono state seguite tre strade, consequenziali: nella prima fase si è iniziato a sviluppare, con le tecniche proprie dell'ottimizzazione progettuale, un sistema di sagomatura dell'espansione polare di un magnete (nucleo in ferro, avvolgimento superconduttore in MgB_2) che fosse in grado di presentare i migliori requisiti possibili in termini di uniformità. Chiaramente, in ragione nel numero estremamente elevato di campionamenti, e del fatto che i calcoli di campo sono realizzati mediante un codice ad elementi finiti, l'analisi ha per forza di cose dovuto essere eseguita simulando il magnete come assialsimmetrico. Dal momento che la struttura può essere ritenuta assialsimmetrica soltanto nelle immediate vicinanze delle espansioni polari, ed è intrinsecamente tridimensionale oltre una certa distanza, al termine di questa prima campagna di ottimizzazione le configurazioni di poli ottenute sono state analizzate con un codice tridimensionale per avere sensibilità di quanto i risultati peggiorassero per il maggiore realismo della simulazione. Al termine sono stati studiati gli alleggerimenti della struttura ferromagnetica (che, avendo un peso dell'ordine di parecchie tonnellate, possono portare a riduzioni di peso di qualche tonnellata, con ovvi e rilevanti vantaggi). In seguito è partita una nuova fase di studio, finalizzata allo sviluppo di un magnete di tipo similare, ma caratterizzato da un'induzione al traferro di valore doppio rispetto alla precedente (cioè circa 1 T). Dal momento che la struttura ferromagnetica è soggetta alla saturazione, la fattibilità della cosa non era assolutamente scontata, in particolare per quanto attiene al rispetto dell'uniformità del campo, essenziale per la qualità di imaging. A tale proposito, considerando i valori dei campi, si è deciso di affrontare un terzo tema di ricerca, e cioè se, a certi valori di campo non divenga più conveniente, in termini sia economici, sia tecnologici, sia operativi l'utilizzo di una configurazione di solenoidi superconduttori, senza alcun circuito magnetico. Chiaramente, in questo caso, i calcoli divengono essenziali a causa dell'assenza di circuito magnetico, e una delle problematiche più ostiche che sono emerse è la praticabilità / stabilità delle soluzioni ottenute: le procedure di ottimizzazione progettuale impiegate, ad esempio, possono ottenere eccellenti configurazioni mediante campi fortissimi opposti tra di loro (poco sensato), oppure essere estremamente sensibili a piccolissime variazioni dimensionali dei solenoidi (che a loro volta sono soggetti a sforzi magnetodinamici estremamente intensi). Due tra le soluzioni identificate sono riportate sotto. Attualmente, anche se le ricerche sono tuttora in corso, l'orientamento è di procedere sul perfezionamento dei magneti con nucleo ferromagnetico.