

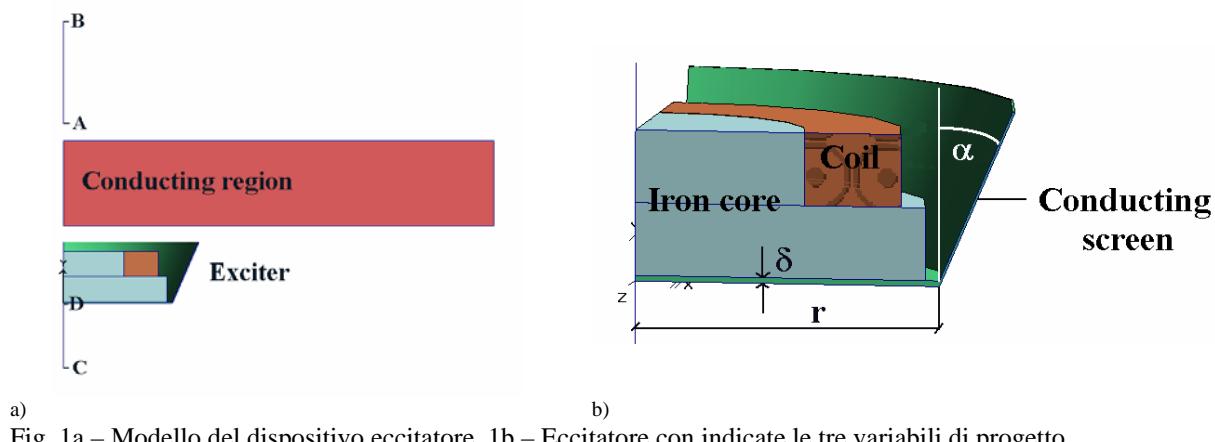
OTTIMIZZAZIONE DI UN ECCITATORE PER LA TOMOGRAFIA A INDUZIONE MAGNETICA

Paolo Di Barba, Maria Evelina Mognaschi, Antonio Savini

Dipartimento di Ingegneria Elettrica
Università di Pavia
Via Ferrata 1, 27100 Pavia

Un tipico dispositivo per la tomografia a induzione magnetica è costituito da un eccitatore e da un ricevitore che misura variazioni di campo magnetico dovute a variazioni di conducibilità nel corpo sotto indagine. L'eccitatore è costituito da una bobina con nucleo ferromagnetico e da uno schermo elettromagnetico. Scopo della ricerca [1] è quello di ottimizzare la geometria dello schermo al fine di:

- massimizzare la media del campo di induzione magnetica lungo la linea A-B (funzione f_1), in Fig. 1a;
- minimizzare la media del campo di induzione magnetica lungo la linea C-D (funzione f_2), in Fig. 1a.



a) b)
Fig. 1a – Modello del dispositivo eccitatore. 1b – Eccitatore con indicate le tre variabili di progetto.

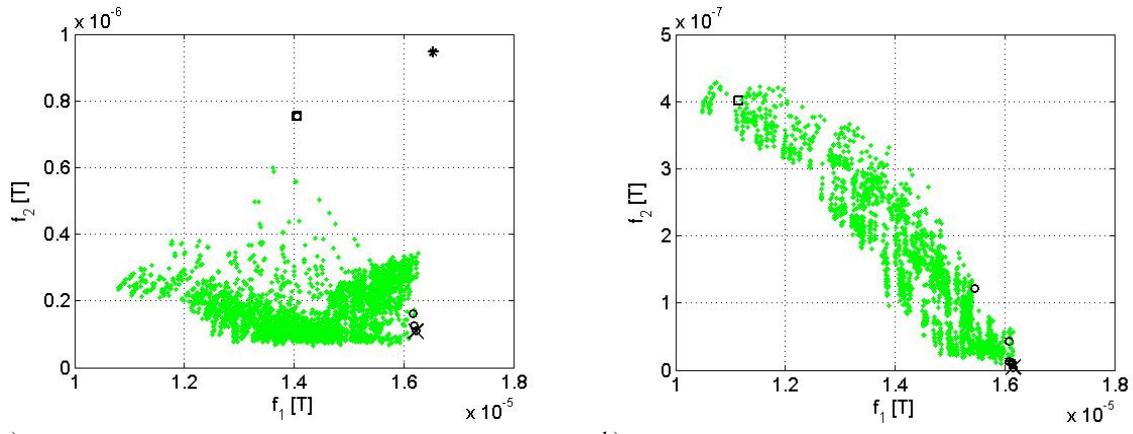
Il vettore delle variabili di progetto è $x=[x_1, x_2, x_3]=[\alpha, \delta, r]$, con α angolo di inclinazione, δ spessore e r raggio dello schermo, come indicato in Fig. 1b.

L'intervallo di variazione della variabile x_2 dipende dalla frequenza: i limiti inferiore e superiore dipendono dallo spessore di penetrazione. I limiti di variazione delle altre variabili sono fissati in modo da garantire congruenza geometrica.

Per calcolare le funzioni obiettivo è stato implementato un modello assialsimmetrico agli elementi finiti con solutore nel dominio della frequenza.

Sono state considerate tre frequenze di lavoro: 1, 10 e 100 kHz; per ciascuna di esse è stato studiato il piano delle funzioni obiettivo ed è stata fatta un'ottimizzazione multiobiettivo, basata su un algoritmo evoluzionistico di ordine minimo.

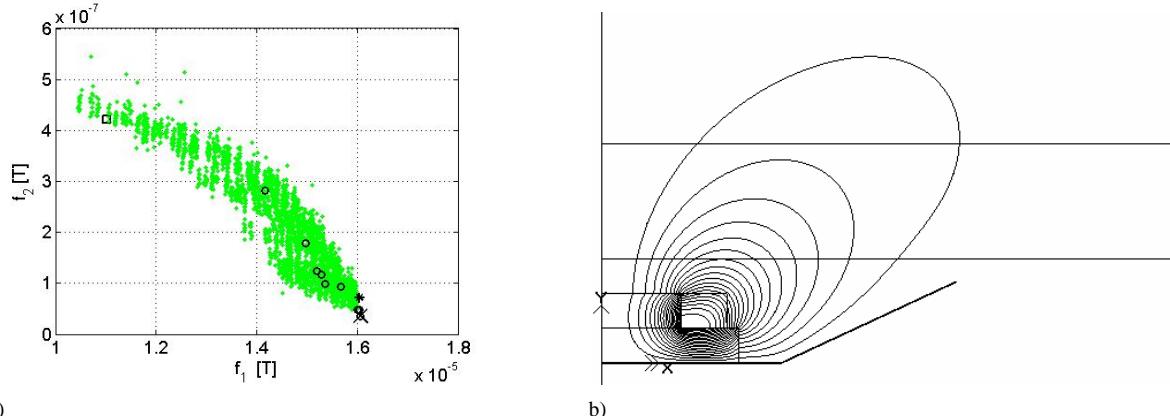
I risultati delle ottimizzazioni sono mostrati nelle figure seguenti. È interessante notare che le due funzioni obiettivo, pur essendo distinte, non sono in conflitto tra loro, come è confermato dall'unicità della soluzione del problema di ottimo.



a)

b)

Fig. 2 – Campionamento dello spazio delle funzioni obiettivo (~3,000 punti) e risultati dell’ottimizzazione per $\omega=1$ kHz (Fig. a) e. per $\omega=10$ kHz (Fig. b). Quadrato: punto di partenza, croce: punto di arrivo, cerchio: storia dell’ottimizzazione, asterisco in Fig. a: punto di ottimo per $\omega=100$ kHz rimappato nel piano con $\omega=1$ kHz.



a)

b)

Fig. 3 – a) Campionamento dello spazio delle funzioni obiettivo (~3,000 punti) e risultati dell’ottimizzazione per $\omega=100$ kHz. Quadrato: punto di partenza, croce: punto di arrivo, cerchio: storia dell’ottimizzazione, asterisco: punto di ottimo per $\omega=1$ kHz rimappato nel piano con $\omega=100$ kHz. b) linee di flusso e geometria del punto di ottimo per $\omega=100$ kHz.

I risultati delle ottimizzazioni sono riassunti in Tabella I.

Tabella I: Risultati dell’ottimizzazione (x_1 in deg, x_2 e x_3 in mm, f_1 e f_2 in T)

	$x=[65.35, 1.84, 79]$	$x=[67.4, 0.57, 78.7]$	$x=[65.2, 0.45, 78.8]$
$\omega=1$ kHz	[1.62 10^{-5}, 1.09 10^{-7}]	---	[1.65 10^{-5} , 9.5 10^{-7}]
$\omega=10$ kHz	---	[1.62 10^{-5}, 0.05 10^{-7}]	---
$\omega=100$ kHz	[1.62 10^{-5} , 0.72 10^{-7}]	---	[1.61 10^{-5}, 0.35 10^{-7}]

Lungo la diagonale principale sono riportati i valori delle funzioni obiettivo per ciascuna frequenza analizzata; muovendosi lungo la colonna, i termini fuori diagonale sono i valori delle funzioni obiettivo relative alla stessa geometria, ma calcolate per una frequenza diversa. Le tre geometrie trovate sono simili tra loro. Da questo studio si può concludere che, indipendentemente dalla frequenza di funzionamento, l’eccitatore deve avere una grande apertura angolare e un grande raggio, mentre lo spessore dello schermo elettromagnetico è confrontabile con lo spessore di penetrazione.

Bibliografia

- [1] P. Di Barba, M. E. Mognaschi, R. Palka, A. Savini, "Optimization of the MIT Field Exciter by a Multiobjective Design", Atti CEFC 2008, 11-15 maggio 2008, Atene.