

CALCOLO DI CAMPI MULTI-PHYSICS MEDIANTE FORMULAZIONE FINITA

Aldo Canova, Fabio Freschi, Luca Giaccone, Maurizio Repetto

Dipartimento di Ingegneria Elettrica
Politecnico di Torino
Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino

L'attività di ricerca dell'Unità di Torino Ingegneria Elettrica nell'ambito del calcolo dei campi elettromagnetici, e di campi ad essi accoppiati, ha riguardato lo sviluppo di diverse procedure di calcolo. Le principali linee di attività vengono di seguito riassunte.

Calcolo di campi magnetostatici

Nell'ambito del calcolo del campo magneto-statico, l'attenzione è stata rivolta alla trattazione degli aspetti nonlineari e di anisotropia dei materiali ferromagnetici. Si è focalizzata l'attenzione sul calcolo di forze presenti in strutture tridimensionali in presenza di materiali nonlineari ed anisotropi. La forza viene calcolata con due tecniche numeriche diverse: mediante integrazione superficiale del tensore degli sforzi di Maxwell e mediante il calcolo di cariche magnetiche equivalenti che vengono sostituite al materiale ferromagnetico [1].

Le caratteristiche peculiari della Formulazione Finita dei campi, proposta da Tonti che unisce in un'unica struttura comune molte teorie fisiche, sono state utilizzate per trattare, in modo efficiente, diversi problemi dove l'elettromagnetismo compare insieme ad altri fenomeni fisici.

Calcolo di problemi magneto-termici accoppiati

L'attività in questa linea di ricerca ha riguardato in generale le tecniche per il calcolo delle correnti parassite in domini tridimensionali [2] ed in particolare l'analisi di configurazioni per il riscaldamento ad induzione di materiali ferromagnetici. Si sono presi in considerazione gli effetti di nonlinearietà dei materiali ed il loro trattamento. Sono stati inoltre analizzati due metodi per la trattazione semplificata del problema: uno basato sulla sostituzione del materiale ferromagnetico con un materiale lineare identificato mediante una procedura di ottimizzazione [3], ed uno basato sull'accoppiamento di una soluzione tridimensionale lineare con una soluzione nonlineare monodimensionale: le caratteristiche dei materiali nel caso 3D sono ricavate a partire dal sottoproblema monodimensionale nonlineare [4] e portate in convergenza mediante una procedura iterativa. I metodi di soluzione approssimati sono stati confrontati con soluzioni nonlineari dimostrando una buona accuratezza ed un notevole risparmio nei tempi di calcolo.

Sono in corso di sviluppo procedure di accoppiamento tra la soluzione a correnti parassite ed un solutore termico che consenta di analizzare il processo di riscaldamento delle parti soggette a trattamento termico.

Calcolo di campo elettro-termico-strutturale accoppiato

In questo caso, mediante una collaborazione con alcuni ricercatori del Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Torino, si è sviluppata un'attività per lo studio di strutture

soggette contemporaneamente a stress di origine elettrica, termica e meccanica [5]. Questo tipo di accoppiamento e' di particolare interesse nell'analisi di fenomeni di saldatura a resistenza [6].

Sviluppo di procedure di calcolo efficienti in ambiente Matlab

A partire dalla formulazione finita dei campi elettromagnetici, e' possibile ottenere uno schema di soluzione in forma matriciale. Questo permette di calcolare le matrici coinvolte nello studio in maniera indipendente e poi di assemblare il sistema risolutivo di equazioni mediante algebra delle matrici. L'ambiente Matlab e' particolarmente adatto a questo tipo di operazioni in quanto permette di trattare efficientemente prodotti di matrici sparse. L'ambiente Matlab chiamato *DualLab* [6], risultato di questa attivita', e' uno strumento che ha una grande valenza didattica e che sara' presto reso disponibile dall'unita' di ricerca.

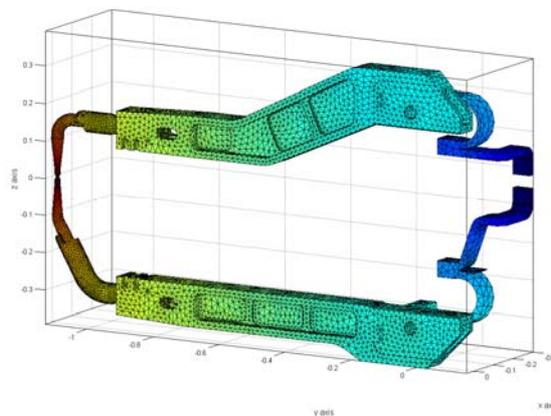


Fig. 1 Mappa di temperatura di pinze per saldatura a resistenza.

Bibliografia

- [1] G. Gruosso, M. Repetto, "Force calculation methods with hybrid finite formulation considering anisotropic material", presentato a Thirteenth Biennial IEEE Conference on Electromagnetic Field Computation (CEFC 2008), Athens, May 11-15, 2008.
- [2] P. Alotto, G. Gruosso, F. Moro, M. Repetto, "Three-dimensional eddy current analysis in unbounded domains by a DEM-BEM formulation", COMPEL, Vol. 27 No. 2, 2008, pp 460-466
- [3] A. Canova, F. Dughiero, M. Forzan, F. Freschi, L. Giaccone, M. Repetto, F. Fasolo, "Simplified approach for 3D nonlinear induction heating problems" presentato a Thirteenth Biennial IEEE Conference on Electromagnetic Field Computation (CEFC 2008), Athens, May 11-15, 2008.
- [4] A. Canova, F. Dughiero, M. Forzan, F. Freschi, L. Giaccone, M. Repetto, F. Fasolo, "A simplified approach for 3D numerical modelling of induction heating of ferromagnetic workpieces", presentato a Thirteenth Biennial IEEE Conference on Electromagnetic Field Computation (CEFC 2008), Athens, May 11-15, 2008.
- [5] C. Delprete, F. Freschi, M. Repetto, C. Rosso, "METODO DELLE CELLE E APPROCCIO MULTIPHYSICS: APPLICAZIONE ALLA TERMOMECCANICA", da presentare a AIAS 2008 XXXVII Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana per l'Analisi delle Sollecitazioni, Roma, 10-13 settembre 2008
- [6] A. Canova, G. Gruosso, B. Vusini, "Electromagnetic Modelling of Resistance Spot Welding" ISEF 2007 - XIII International Symposium on Electromagnetic Fields in Mechatronics, Electrical and Electronic Engineering, Prague, Czech Republic, September 13-15, 2007, pp. 453-454
- [7] F. Freschi, L. Giaccone, M. Repetto "Educational value of the Algebraic numerical method in electromagnetism", Terza Giornata di Studio Il Metodo degli Elementi Finiti nelle Applicazioni dell'Ingegneria