

STRUMENTI AVANZATI PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLA RISPOSTA DINAMICA DI SISTEMI DI CONTROLLO MHD IN ESPERIMENTI A CONFINAMENTO MAGNETICO

Paolo Bettini^{1,2}, Tommaso Bolzonella², Maurizio Furno Palumbo^{1,2}, Stefano Mastrostefano³, Go Matsunaga⁴, Ruben Specogna⁵, Manabu Takechi⁴, Fabio Villone³

¹ Dipartimento di Ingegneria Industriale (DII), Università di Padova, 35131 Padova

² Consorzio RFX, 35127 Padova

³ Ass. EURATOM/ENEA/CREATE, DIEI, Università di Cassino e del Lazio Meridionale, 03043 Cassino (FR)

⁴ Japan Atomic Energy Agency, Naka, Ibaraki 311-0193, Japan

⁵ Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Gestionale e Meccanica (DIEGM), Università di Udine, 33100 Udine

email: paolo.bettini@unipd.it

Parole chiave: fusione a confinamento magnetico, controllo instabilità MHD

Lo sviluppo d'instabilità MHD in un plasma d'interesse fusionistico è uno dei principali fattori che limitano le operazioni degli esperimenti odierni. Il controllo attivo di tali instabilità è da considerarsi fra le priorità più alte fra le linee di ricerca attuali. Questo lavoro riguarda la caratterizzazione della risposta dinamica del sistema attivo di controllo dei cosiddetti modi resistivi (RWM) nell'esperimento JT-60SA, progetto internazionale congiunto tra Giappone ed Europa. Una delle missioni più importanti di JT-60SA è di operare in condizioni stazionarie con una configurazione magnetica caratterizzata da valori della pressione del plasma superiore al cosiddetto limite di stabilità ideale MHD (*no-wall limit*). Per raggiungere quest'obiettivo ambizioso, devono essere sviluppati e validati specifici strumenti avanzati per il controllo delle instabilità MHD, in particolare per quanto riguarda il sistema di controllo degli RWM. In JT-60SA, questo sistema consiste in 18 induttori (bobine a sella), alimentati singolarmente, installati sul lato interno (verso il plasma) di una struttura conduttrice (*stabilizing plate*) costituita da una doppia parete in acciaio (10 mm di spessore l'una, distanti 70 mm). Sono di seguito presentati i risultati preliminari degli studi condotti per la caratterizzazione della risposta dinamica del sistema RWM di JT-60SA con due codici numerici avanzati (CAFE, CARIDDI).

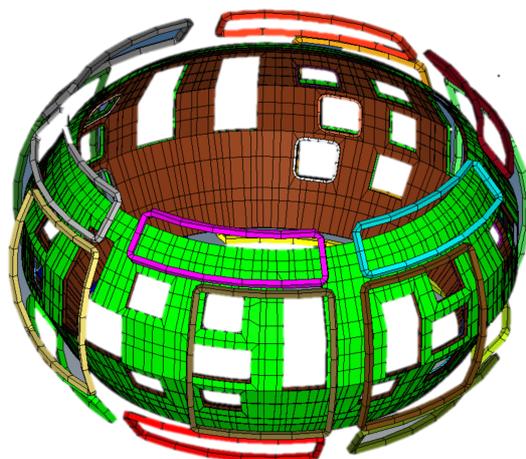


Fig.1 – Modello 3D della principale struttura conduttrice (*Stabilizing plate*) utilizzato nelle simulazioni. Sono visibili gli induttori per la correzione del campo errore (EFCC) e per il controllo dei modi resistivi (RWM).

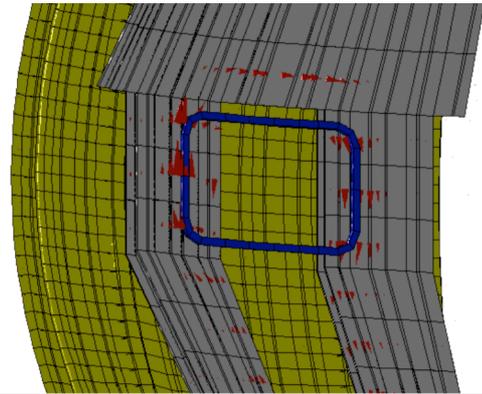
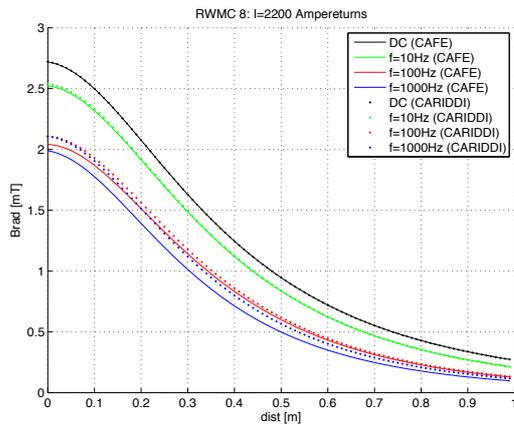


Fig.2 – Sinistra: confronto dei risultati dei codici numerici (CAFE, CARIDDI) in termini di ampiezza della componente radiale dell'induzione magnetica prodotta da RWMC nr. 8 in funzione della distanza (dal centro della bobina). Destra: dettaglio delle correnti indotte sulle strutture calcolato con il codice CAFE.

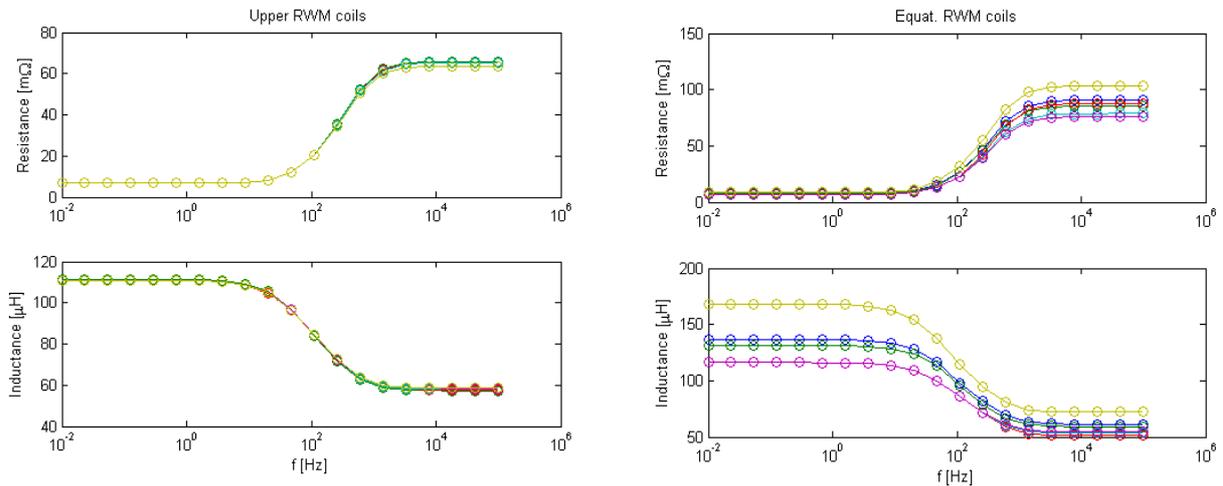


Fig.3 – Parte reale (alto) e immaginaria (basso) dell'impedenza delle bobine del sistema di controllo RWM calcolate con il codice CARIDDI al variare della frequenza. A sinistra e destra due set differenti di bobine (alto, equatoriale).

Riferimenti

- [1] P. Zanca, L. Marrelli, G. Manduchi, and G. Marchiori. Beyond the intelligent shell concept: the clean-mode-control. Nucl. Fusion, 47 (2007), 1425.
- [2] L. Marrelli et al. Magnetic self organization, MHD active control and confinement in RFX-mod. Plasma Phys. Control. Fusion, 49 (2007), B359
- [3] F. Villone et al, Effects of three-dimensional electromagnetic structures on resistive-wall-mode stability of reversed field pinches, Phys. Rev. Lett., 100 (2008) 255005.
- [4] R. Albanese, G. Rubinacci, Integral Formulation for 3D Eddy Current Computation Using Edge Elements, IEE Proc., 135A, 5 (1988) 457
- [5] P. Bettini, L. Marrelli, R. Specogna, Calculation of 3D magnetic fields produced by MHD active control systems in fusion devices, IEEE Transactions on Magnetics, 50 (2014) 7000904
- [6] P. Bettini et al, Advanced computational tools for the characterization of the dynamic response of MHD control systems in large fusion devices, presentato a CEFC 2014, Annecy, France