

UNA CLASSE DI GENERATORI MHD A METALLO LIQUIDO

S. Carcangiu, A. Montisci

Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica, Università di Cagliari

Piazza d'Armi, 09123 Cagliari

I generatori Magnetoidrodinamici (MHD) hanno attirato l'attenzione dell'Industria nella seconda metà del secolo scorso. Le ragioni di tale interesse derivano dal fatto che in linea di principio il processo di conversione dell'entalpia di un gas in energia elettrica avviene in un condotto. In particolare, i generatori sviluppati nel secolo scorso erano di tipo conduttivo. Il funzionamento prevede che un prodotto di combustione, reso ad elevata conducibilità mediante l'addizionamento di metalli alcalini, attraversi un condotto nel quale è applicato un campo magnetico statico. Il moto del fluido all'interno del campo magnetico determina nel gas una differenza di potenziale, che viene applicata al carico elettrico mediante due elettrodi disposti su facce opposte a diretto contatto con il gas. La natura statica di questi generatori comporta una serie di vantaggi, quale la possibilità di operare ad altissime temperature, in presenza di particolato e agenti aggressivi, l'assenza di usura e di conseguenza rendimento elevato e durabilità della macchina. I fattori che maggiormente influenzano il rendimento di questi generatori sono la velocità del fluido operativo, la sua conduttività del gas, il campo magnetico applicato dall'esterno. Da qui derivano le principali difficoltà, che hanno comportato il progressivo abbandono di questa linea di sviluppo da parte dell'Industria, perché per rendere sufficiente la conducibilità del fluido si inietta in questo un metallo alcalino, che poi deve essere recuperato a fine ciclo, il campo magnetico necessita di bobine in superconduttore, e infine il salto di temperatura disponibile è limitato, perché al di sotto dei 1800 °C la conducibilità del gas non è più sufficiente. Inoltre, le condizioni operative particolarmente severe, fanno sì che gli elettrodi si deteriorino molto rapidamente.

Il gruppo di Cagliari si è inserito da diversi anni nel filone di ricerca che mira a trovare soluzioni a questi problemi. In particolare esso si dedica allo sviluppo di generatori MHD in cui il fluido conduttore è un metallo liquido, oppure un gas ionizzato nel quale si è provveduto a separare le cariche di segno opposto applicando una differenza di potenziale. Il funzionamento di questi dispositivi prevede che la potenza in ingresso sia applicata sotto forma di vibrazione, in modo che l'induzione della corrente nel fluido operativo avviene per effetto del moto alternato. La tensione che viene generata è di tipo sinusoidale come la potenza in ingresso, quindi il trasferimento della potenza elettrica avviene per induzione, e non per conduzione come nel generatore MHD tradizionale. In questo modo vengono risolti a monte una serie di problemi, quali: gli elettrodi non sono più necessari, il campo magnetico non deve essere molto intenso, perché sopperisce l'alta conducibilità del fluido operativo, quindi non sono necessarie le bobine in superconduttore. L'elevata temperatura non è più un requisito per la conducibilità del

fluido, quindi una maggiore quota di entalpia può essere convertita. Il gruppo di Cagliari ha stati sviluppato diversi modelli di generatore MHD alternati, per applicazioni sia di tipo nucleare, sia per l'energy harvesting.

Bibliografia

[1] Brekis, A., Alemany, A., Alemany, O., & Montisci, A. (2021). Space thermoacoustic radioisotopic power system, spacetrips: The magnetohydrodynamic generator. *Sustainability*, 13(23), 13498.

[2] Alemany, A., Carcangiu, S., Forcinetti, R., Montisci, A., & Roux, J. P. (2015). Feasibility analysis of an MHD inductive generator coupled with a thermoacoustic resonator. *Magnetohydrodynamics*, 51(1), 1-8.

[3] Alemany, A., Brekis, A., & Montisci, A. (2023). A Liquid Metal Alternate MHD Disk Generator. *Sustainability*, 15(16), 12619.

[4] Carcangiu, S., Fanni, A., & Montisci, A. (2022). Optimal Design of an Inductive MHD Electric Generator. *Sustainability*, 14(24), 16457.

[5] Carcangiu, S., Forcinetti, R., & Montisci, A. (2017). Simulink Model of an Inductive MHD Generator. *Magnetohydrodynamics* (0024-998X), 53(2).

[6] Carcangiu, S., Montisci, A., & Pintus, R. (2012). PERFORMANCE ANALYSIS OF AN INDUCTIVE MHD GENERATOR. *Magnetohydrodynamics* (0024-998X), 48(1).