

MODELLI IMPULSIVI PER LO STUDIO DI PROBLEMI EMC, CONDOTTI ED IRRADIATI, IN AZIONAMENTI ASINCRONI POLIFASE

Francesco Della Torre, Sonia Leva, Adriano Paolo Morando

Dipartimento di Energia
Politecnico di Milano
Piazza L. Da Vinci, 32, 20133 Milano

L'impiego di valvole elettroniche con frequenze di commutazione sempre più elevate ha determinato l'affermarsi degli azionamenti asincroni polifase per le applicazioni industriali ed una loro supremazia rispetto ad altre tipologie di azionamento, maggiormente impiegate in passato. Le possibilità offerte dai controlli basati sulla Teoria Unificata della Conversione Elettromeccanica e degli Azionamenti Elettrici hanno ulteriormente spinto l'industria ad orientarsi verso questo tipo di azionamenti.

Tutto questo può dar luogo a problemi di compatibilità elettromagnetica, sia di tipo condotto sia di tipo irradiato. Alle frequenze di commutazione dei moderni inverter, corrispondono, infatti, forme d'onda di tensione e di corrente con frequenze che ricadono nella banda delle decine di kHz. Per tali valori di frequenza i modelli classici, sia di tipo statico sia di tipo dinamico, elaborati per lo studio dell'azionamento alle frequenze industriali perdono la loro validità. Si rende dunque necessario lo studio di modelli perfezionati che permettano l'analisi e l'interpretazione dei fenomeni propagativi che si instaurano nell'inverter, nei cavi di alimentazione e negli avvolgimenti statorici della macchina.

La situazione si aggrava ulteriormente quando, salendo ancor più la frequenza, il macchinario rotante e le linee in cavo divengono sorgenti di emissioni radiate nell'ambiente circostante. Anche in questo caso è necessaria l'elaborazione di modelli *ad hoc*, che permettano l'analisi di tali fenomeni già in fase di progettazione dell'azionamento.

La Ricerca, tutt'ora in atto, procede seguendo alcune tappe intermedie, che possono essere sintetizzate nel modo seguente:

1. messa a punto di un modello trifase a costanti distribuite per lo studio del funzionamento della macchina asincrona in media ed alta frequenza e sua successiva integrazione. In tal modo è possibile ricavare le espressioni in forma chiusa delle onde di sovratensione e sovracorrente trifase che possono essere presenti lungo gli avvolgimenti statorici della macchina oggetto di studio [1];
2. accoppiamento del modello della macchina asincrona in MF-HF con un modello trifase a costanti distribuite del cavo di alimentazione [4] e integrazione del modello complessivo così ottenuto mediante tecniche numeriche costruite *ad hoc* [2].
3. scrittura del modello complessivo al fine di una sua applicazione per lo studio delle emissioni condotte che riguardano l'intero azionamento [2], [3];
4. messa a punto di un modello hertziano che consenta lo studio e l'analisi del campo elettromagnetico irradiato dalla macchina asincrona e calcolo del diagramma e della resistenza di radiazione della macchina asincrona trifase;
5. proposta di metodi per il contenimento delle emissioni elettromagnetiche, sia condotte sia radiate.

Altre problematiche, quali quelle legate all'inquinamento armonico, già analizzate con riferimento ad altre applicazioni, sono poi di particolare interesse e in fase di studio:

- *elettromeccanico al traferro*: le coppie armoniche generate costituiscono un pericolo per le frequenze naturali di oscillazione dell'intero sistema elettromeccanico per le conseguenti sollecitazioni a fatica [5];
- *magnetoelettrico in rete*: la non sinusoidalità delle grandezze iniettate in rete crea una declassamento del servizio il cui accertamento impone uno studio di *power quality*. In particolare la generazione di potenza immaginaria costituisce una “minaccia” per la qualità della conversione e la stabilità della rete [6].

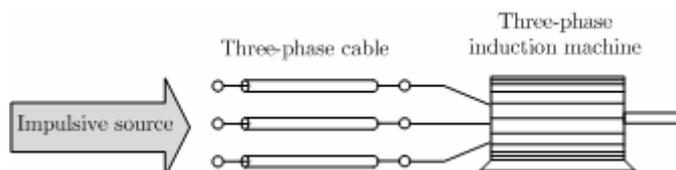


Fig. 1. Il sistema inverter-cavo-macchina a induzione oggetto di studio.

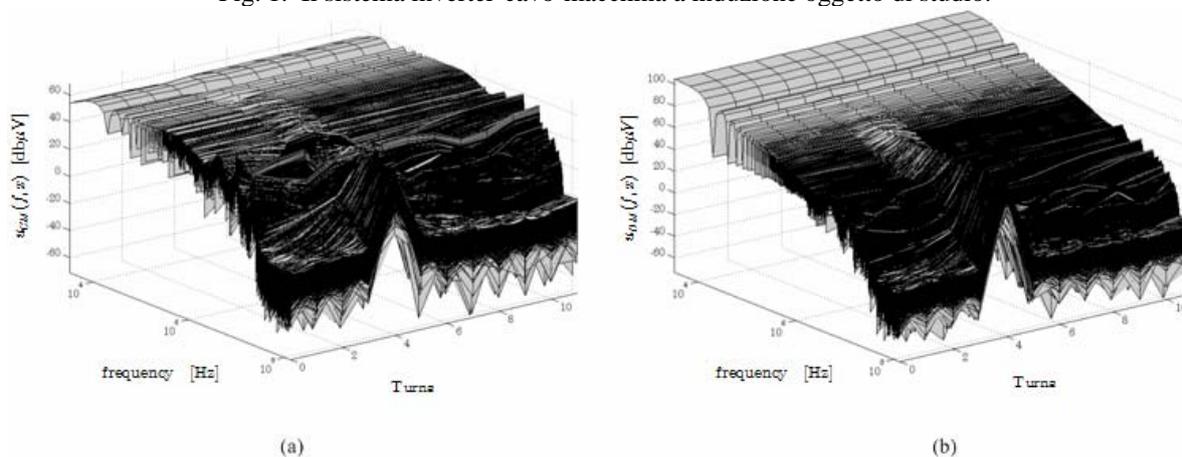


Fig. 2. Andamenti spaziali degli spettri delle emissioni condotte di modo comune (a) e di modo differenziale (b) conseguenti all'applicazione di una alimentazione di tipo PWM.

Bibliografia

- [1] F. Della Torre, S. Leva, A. P. Morando, “An HF Model of Asynchronous Machines based on Space-Vectors”, *WSEAS Trans. Circuits and Systems*, Vol. 6, No. 1, Jan. 2007, pp. 39-46
- [2] F. Della Torre, S. Leva, A. P. Morando, “Three-phase distributed constants model of induction machines for EMC and surge propagation studies”, *COMPEL J.*, Vol. 27, No. 4, 2008, pp. 770-779
- [3] F. Della Torre, S. Leva, A. P. Morando, A Physical Decomposition of Three-Phase Variables into Common and Differential Mode Quantities, *Proc. of 18th Int. Zurich Symposium on EMC*, Munich, Germany, September 24-28, 2007
- [4] S. Leva, A.P. Morando, “Analysis of Physically Symmetrical Lossy Three-phase Transmission Lines in Term of Space Vectors”, *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol.21, No.2, April 2006, pp.873-882
- [5] S. Leva, A.P. Morando, P. Colombaioni, “Dynamic Analysis of a High Speed Train”, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 57, No.1, January 2008, pp. 107-119
- [6] S. Leva, “Dynamic Stability of Isolated System in presence of PQ Disturbances”, *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 23, No.2, April 2008, pp. 831-840