

Programma di Ricerca per Assegno di Ricerca

Proponente e Tutor (SSD)

Prof. Angelo Tani (ING-IND/32, Convertitori, Macchine ed Azionamenti Elettrici)

Titolo del programma di ricerca

Analisi e sviluppo di tecniche diagnostiche per azionamenti elettrici multifase

Progetto di ricerca

Nei moderni azionamenti elettrici, in cui la macchina elettrica è alimentata da un inverter, il numero di fasi non è più un vincolo, ma rappresenta un grado di libertà del progetto. L'impiego di motori multifase (con numero di fasi maggiore di tre) fornisce numerosi vantaggi rispetto all'impiego dei tradizionali motori trifase ed i principali sono la possibilità di suddividere la potenza in ingresso su più rami di inverter ed una maggiore capacità di tolleranza dei guasti. Tali vantaggi rendono gli azionamenti multifase particolarmente interessanti per applicazioni di grande potenza di tipo safety-critical, in cui la continuità di servizio è essenziale. L'adozione di sistemi di controllo fault-tolerant resilienti ai guasti richiede, però, la capacità di individuare il tipo di guasto, localizzarlo e quantificarne la severità in tempi brevi.

Il presente progetto ha come obiettivo lo sviluppo di innovative tecniche non invasive per la diagnostica di diverse tipologie di guasto degli azionamenti elettrici multifase, nelle consuete condizioni di funzionamento. Nello specifico, l'attenzione si focalizzerà sull'individuazione della smagnetizzazione dei magneti rotorici, dei corto circuiti spira-spira negli avvolgimenti statorici e delle connessioni ad alta resistenza nei morsetti statorici, sia per macchine sincrone, sia per macchine asincrone. Le tecniche sfrutteranno i molteplici gradi di libertà intrinsecamente presenti negli azionamenti multifase e si baseranno sull'analisi, nel dominio del tempo e nel dominio della frequenza, dei segnali di corrente e tensione già disponibili, senza la necessità di aggiungere ulteriori sensori di misura. In particolare, si cercherà di individuare la firma del guasto nei segnali in uscita sia dai regolatori di corrente normalmente presenti nello schema di controllo, sia dai regolatori di corrente specificatamente inseriti con funzioni diagnostiche.

Obiettivi importanti del progetto di ricerca sono:

- la definizione di dettagliati modelli matematici delle macchine elettriche, in grado di rendere conto, in modo sufficientemente preciso, degli effetti del guasto sulle principali grandezze elettriche, sia in regime stazionario, sia in regime transitorio;
- l'individuazione di innovative tecniche diagnostiche capaci di rilevare, identificare, localizzare e quantificare il guasto in tempi brevi;
- la definizione di opportuni modelli numerici degli azionamenti in grado di simulare il comportamento delle tecniche diagnostiche individuate;
- la realizzazione di test sperimentali per verificare l'efficacia delle tecniche diagnostiche su speciali prototipi già disponibili in laboratorio e predisposti per emulare la presenza di guasti.

L'Assegnista sarà inserito nelle attività del Gruppo di ricerca in Convertitori, Macchine ed Azionamenti elettrici e potrà giovare del supporto delle Aziende del settore con le quali il gruppo è in contatto.

Piano di attività

MESI 1-3

Inizialmente, dopo un'ampia fase di ricerca bibliografia, si procederà alla definizione di opportuni modelli matematici in grado di rappresentare, in modo appropriato, gli effetti delle principali condizioni di guasto (smagnetizzazione dei magneti rotorici, corto circuito spira-spira nell'avvolgimento statorico, connessioni ad alta resistenza nei morsetti statorici) in macchine multifase di tipo sincrono ed asincrono.

MESI 4-8

Si individueranno tecniche diagnostiche ad hoc per l'individuazione, la localizzazione e la valutazione della severità dei guasti in macchine elettriche multifase sincrone ed asincrone. Il comportamento di tali tecniche sarà successivamente analizzato mediante simulazioni numeriche in ambiente Matlab-Simulink.

MESI 9-12

Infine, nella fase conclusiva si procederà all'implementazione delle tecniche diagnostiche individuate sfruttando un sistema di rapid prototyping (DSPACE), nonché alla loro validazione sperimentale, sfruttando speciali prototipi di macchine elettriche già disponibili in laboratorio e predisposti per emulare la presenza di guasti. Tali test dovranno essere in grado di evidenziare la reale efficacia delle tecniche diagnostiche individuate in diverse condizioni operative.