

Sviluppo algoritmo di controllo generalizzato per macchina multifase in condizioni di funzionamento ordinarie e di guasto

Le macchine sincrone a magneti permanenti multifase (m-PMSM) stanno riscontrando un notevole interesse in ambito automotive per il servosterzo elettronico (EPS) e nei veicoli elettrici per l'azionamento di trazione.

Le ragioni principali di questo interesse sono giustificate dalla combinazione dei noti vantaggi delle macchine sincrone a magneti permanenti (SM) in termini di alta efficienza, alta densità di potenza ed elevate prestazioni dinamiche, con i punti di forza delle macchine multifase, che forniscono un minor ripple di coppia, armoniche di corrente più basse, capacità di tolleranza ai guasti e frazionamento della potenza da convertire.

Nel contesto delle macchine multifase, l'assegnista si occuperà di studiare e sviluppare azionamenti multifase in quelle applicazioni dove sono combinati requisiti stringenti di affidabilità e continuità di servizio con un elevato dimensionamento di potenza (> 100kW). L'ambito applicativo di questo studio riguarda i sistemi di trazione di auto sportive (GT) e di veicoli pesanti (camion, autobus). In queste applicazioni, la ripartizione della potenza su più di tre fasi consente di rendere più semplici ed economici il convertitore di potenza, l'avvolgimento della macchina ed i collegamenti di potenza.

L'assegnista esplorerà inoltre la possibilità di utilizzare macchine multifase in applicazioni a bassa tensione (48V), che ora si espandono nelle applicazioni di trazione ibrida. Per tensioni di alimentazione così basse, la suddivisione del circuito di potenza in più di tre fasi, consente il superamento dei limiti di potenza, che attualmente si assestano sui 30kW per macchina. L'introduzione di questa tecnologia potrebbe consentire di realizzare driveline per veicoli PHEV a bassa tensione, dando un contributo essenziale alla riduzione del costo del sistema e quindi alla loro diffusione. La soluzione potrebbe inoltre essere idonea all'alimentazione di auto BEV di piccole dimensioni 'compact cars' direttamente a bassissima tensione.

Nelle fasi di sviluppo che saranno intraprese, l'assegnista si occuperà di identificare i tipici casi di guasto dell'azionamento multifase:

- magneti di rotore: smagnetizzazione
- fasi statoriche: fase aperta, cortocircuiti parziali e completi sulle fasi, perdita di isolamento
- circuito esterno: aumento della resistenza di collegamento
- inverter: rottura circuito driver e circuito potenza
- encoder: errata misura posizione

individuando le strategie di identificazione ottimali del guasto e la possibilità di mantenere il controllo e una funzionalità residua della macchina in queste condizioni.

Per quanto riguarda lo sviluppo del sistema di controllo, l'assegnista dovrà sviluppare ulteriormente un algoritmo di controllo già disponibile presso l'Università di Bologna, migliorando le prestazioni dei diversi moduli di controllo, quali ad esempio:

- algoritmo FOC per macchina m-PMSM
- regolatori di corrente, del tipo Model Predictive Control (MPC) e Proportional Resonant Regulator (PRR).

Nel primo periodo di assegno, l'attività sarà incentrata sullo studio dello stato dell'arte disponibile su pubblicazioni scientifiche e brevetti, seguiti da test delle soluzioni teoriche in ambiente di simulazione. Le simulazioni saranno effettuate mediante modelli matematici avanzati e ampiamente collaudati in ambienti di simulazione consolidati e consentiranno lo sviluppo di algoritmi per un impianto reale attualmente in fase di realizzazione nel laboratorio LEMAD del CIRI MAM. La struttura di prova sarà costituita da un prototipo di macchina PMSM asimmetrici a sei fasi, opportunamente sensorizzata per l'acquisizione di tutte le grandezze elettriche e meccaniche necessarie a valutare le caratteristiche degli algoritmi sviluppati.

Gli algoritmi sviluppati saranno caricati sul microcontrollore di un inverter prototipale a sei fasi collegato alla macchina m-PMSM. Tutta la struttura sperimentale consentirà di introdurre artificialmente delle alterazioni circuitali che simulano le condizioni di guasto da ricercare e gestire.

Per l'esecuzione della attività previste si richiede al candidato la conoscenza dei seguenti linguaggi e ambienti software:

- Linguaggi: C, Labview, Matlab, Simulink, Matlab Coder, Simulink Coder, Stateflow
- Ambienti: Code Composer CCS, Compact Rio,
- Microcontrollori: TI TMS 320F28xxx,