

1. Introduzione

Il presente elaborato di tesi è stato realizzato in collaborazione con Schindler Elettronica SA, con sede a Locarno (Svizzera). Schindler è un'importante azienda produttrice di scale mobili e ascensori che effettua lavori di installazione e manutenzione per ogni tipo di edificio. L'azienda è presente in più di 130 paesi con sedi di produzione oltre che in Svizzera anche in Italia, Austria, Brasile, Cina, Francia, Slovacchia, Spagna e Stati Uniti. La sua sede principale è situata ad Ebikon, canton Lucerna (Svizzera).

La presente tesi nasce dall'esigenza dell'azienda di sviluppare e approfondire il modello di un operatore di porta per ascensori Car Door Type C2-DO QHR.

L'operatore di porta è la macchina motrice che permette l'apertura e la chiusura delle porte della cabina dell'impianto elevatore. Il suo meccanismo è dotato di appositi dispositivi di sicurezza, garantendo l'inversione del movimento di chiusura delle porte in caso di presenza di ostacoli.

Partendo dall'approfondimento dei fondamenti teorici dei dispositivi che ne rendono possibile il suo funzionamento, si è poi andati a modellizzare l'operatore di porta mediante un software messo a disposizione dell'azienda che prende il nome di PSIM Tech. PSIM è un pacchetto software elettronico per la simulazione di circuiti, appositamente ideato per la progettazione di elettronica di potenza e azionamenti elettrici, ma in generale può essere utilizzato per qualsiasi circuito elettronico.

Sviluppato da Powersim, PSIM possiede sia un'interfaccia di acquisizione schematica sia un visualizzatore di forme d'onda Simview. Potendo lavorare con diversi moduli, ha una funzionalità estesa in varie aree tra cui: simulazione di motori elettrici, controllo digitale, energie rinnovabili, batterie e turbine eoliche.

Gli operatori di porta per ascensori funzionano grazie alla generazione di curve di controllo della velocità che sono state ricavate rispettando opportune norme in vigore. Grazie al fatto che PSIM possiede un'interfaccia di programmazione in linguaggio C è stato possibile generare i profili di velocità e andare poi a studiare la risposta delle porte dell'ascensore in apertura e chiusura (velocità, spazio percorso ed energia cinetica).

Nella prima parte dell'elaborato viene presentato il modello dell'operatore di porta ovvero la sua struttura, i componenti che ne fanno parte e il suo principio di funzionamento.

In secondo luogo vengono presentati singolarmente i componenti che ne permettono il funzionamento. Mediante la rilevazione dei dati sul campo relativi al motore e all'inverter, si sono potuti impiegare i loro parametri nel modello in PSIM in modo da rendere la simulazione ancora più veritiera.

I capitoli successivi trattano lo studio teorico dei componenti e i meccanismi che stanno alla base del funzionamento dell'operatore.

Gli aspetti teorici del motore asincrono, approfonditi in questa trattazione, riguardano esclusivamente le caratteristiche del modello reale e come questo è stato realizzato in PSIM, non è stata compiuta quindi una trattazione generale del motore asincrono ma sono state approfondite le caratteristiche relative al modello presente nell'operatore di porta. Vengono presentati i principali aspetti costruttivi, il principio su cui si basa il suo funzionamento, le sue curve caratteristiche, il metodo di avviamento tramite inverter, le tecniche di controllo ad orientamento di campo, facendo particolare riferimento a quella utilizzata nel modello ed infine viene considerato il motore asincrono in regime comunque variabile, necessario per la comprensione del modello nel riferimento $dq0$.

Per quanto riguarda l'inverter viene mostrata la struttura dell'inverter trifase e la tecnica di modulazione PWM utilizzata nella modellizzazione in PSIM.

Nel sesto capitolo viene rappresentato lo schema dell'azionamento elettrico e lo studio dei flussi di potenza nelle varie sezioni, facendo opportune osservazioni sui problemi che possono presentarsi con alimentazione tramite inverter. Tale rappresentazione è stata utilizzata come punto di partenza per la modellizzazione in PSIM.

Nel settimo capitolo viene presentata la parte meccanica relativa al modello, ovvero la trasmissione con pulegge che consente il movimento dei bracci dell'operatore e di conseguenza l'apertura e chiusura delle porte dell'ascensore.

Nell'ottavo capitolo viene esposta la teoria relativa ai profili di velocità, necessaria per comprendere la simulazione eseguita. Sono stati presentati i calcoli necessari per ricavare i profili di velocità e i processi iterativi presenti nell'algoritmo, inoltre per facilitare la comprensione è stata presentata una parte di codice.

Sulla base teorica dei capitoli precedenti viene esposto il modello in PSIM riportando lo schema dell'azionamento effettuato con il suo sistema di controllo, i calcoli effettuati per ricavare i valori di riferimento da implementare in ingresso al sistema, le varie tipologie di profili ed infine la risposta dei pannelli a ciascuno di essi.

Nel capitolo finale viene esposto un resoconto dell'attività svolta presso Schindler traendo le conclusioni ricavate dall'esperienza ed infine vengono presentati alcuni possibili sviluppi futuri relativi allo studio dell'operatore di porta.