

Titolo del Progetto di Ricerca

Progettazione e realizzazione di meccanismi per macchina automatica con membri flessibili da realizzarsi mediante stampa 3D

Design and realization of automatic machine mechanisms with flexible elements to be realized via 3D printing

Abstract

This project aims at exploring the potentialities of additively manufactured long-fiber reinforced polymer composites for the production of mechanisms for automatic packaging machines. Activities include material experimental characterization, mechanism functional analysis and part structural optimization. The major objective is the realization of a lightweight mechanism that can reduce actuator requirements in terms of torque, power and energy consumption.

Abstract (Italiano)

Questo progetto si propone di esplorare le potenzialità dei materiali compositi a fibra lunga e matrice polimerica realizzati mediante manifattura additiva per la produzione di cinematismi per macchine automatiche per l'imballaggio. Le attività comprendono: la caratterizzazione sperimentale dei materiali; l'analisi funzionale del cinematismo; e l'ottimizzazione strutturale delle sue parti. L'obiettivo principale è la realizzazione di un meccanismo leggero in grado di ridurre i requisiti degli attuatori in termini di coppia, potenza e consumo di energia.

Progetto di Ricerca

Recenti sviluppi nei processi di manifattura additiva per materiali plastici di tipo FDM (Fuse Deposition Modeling) hanno dimostrato la possibilità di stampare compositi rinforzati a fibra continua con caratteristiche di resistenza meccanica simili a quelle dell'alluminio, che usano materiali termoplastici e termoindurenti come matrice e fibre continue di carbonio, di vetro e di aramide come rinforzo. Macchine FDM che consentono di stampare compositi rinforzati a fibra continua già esistono in commercio. La realizzazione mediante FDM risolve i principali problemi che affliggono la fabbricazione di componenti in materiale composito; in particolare: 1) consente di depositare le fibre in qualsiasi direzione ottimizzandone la posizione e l'orientamento in funzione dei percorsi di carico; 2) elimina l'utilizzo di stampi, autoclavi e forni, rendendo il processo più sostenibile e flessibile. In aggiunta, i processi FDM consentono di stampare anche metamateriali, ovvero strutture cellulari le cui proprietà meccaniche dipendono dalla configurazione geometrica piuttosto che dalle sostanze di cui sono fatte.

In questo contesto, il progetto si propone di sviluppare un cinematismo per macchina automatica realizzato attraverso strutture metamateriali realizzate mediante FDM in materiale plastico composito a fibra continua per ottenere inerzie ridotte al fine di minimizzare le richieste di coppia, potenza e consumo energetico dell'attuatore.

Lo sviluppo del cinematismo comprenderà: la caratterizzazione sperimentale dei materiali FDM mediante banchi prova opportunamente predisposti; l'analisi funzionale del cinematismo mediante codici di simulazione multi-body flessibile; la progettazione dei membri del meccanismo mediante tecniche di ottimizzazione topologica in codici agli elementi finiti; la fabbricazione del cinematismo.

Piano di Attività

Dal mese 1 al mese 2:

predisposizione di un banco prova per la caratterizzazione sperimentale di campioni di materiale composito a fibra lunga e matrice polimerica realizzati mediante manifattura additiva.

Dal mese 2 al mese 4:

esecuzione delle prove di caratterizzazione sperimentale e identificazione di modelli costitutivi della risposta tensione-deformazione in regime di spostamenti finiti.

Dal mese 3 al mese 9:

progettazione ingegneristica di dettaglio del cinematismo mediante analisi dinamica multi-body flessibile del meccanismo e ottimizzazione strutturale topologica dei suoi membri mediante codici agli elementi finiti.

Dal mese 9 al mese 12:

Fabbricazione del cinematismo mediante stampante Mark Two di MarkForged e sua integrazione con motore elettrico sincrono a magneti permanenti.