CIRI MECCANICA AVANZATA E MATERIALI

Progettazione e sviluppo di attuatori basati su Shape Memory Alloy (SMA)

La progettazione e lo sviluppo di attuatori di nuova generazione passano anche attraverso l'utilizzo dei materiali considerati "smart", come gli Shape Memory Alloy (SMA), leghe metalliche a memoria di forma. Per questo, presso il CIRI MAM, abbiamo sviluppato procedure per costruire e controllare questo nuovo tipo di attuatori basati su SMA. Le nostre schede di controllo permettono l'applicazione di algoritmi di controllo più avanzati rispetto a quelle attuali, mantenendo comunque l'interfaccia verso i PLC industriali. Si introduce così una alternativa più economica e "leggera" per l'attuazione di determinati meccanismi all'interno delle macchine automatiche.

Questo è uno dei risultati del progetto ACMEC, dove si è puntato a ridefinire i paradigmi della progettazione industriale introducendo nuove procedure per il design e la fabbricazione di meccanismi e attuatori/sensori custom, integrati e innovativi, in modo economicamente sostenibile e flessibile, sfruttando i recenti progressi dell'Additive Manufacturing (AM) e delle tecnologie Cyber-Physical (CPS).

Laboratorio	CIRI MAM
Area di specializzazione	Meccatronica e Materiali
Referenti	Andrea Tilli, Andrea Zucchelli
Keyword	Shape Memory Alloy (SMA), Smart Materials, Automazione Industriale, Meccatronica di nuona generazione

"Act-SMArt, l'attuatore SMA di nuova generazione di ACMEC"

Fig. 1: ACMEC - Additive manufacturing e tecnologie Cyber-physical per la MECcatronica del futuro

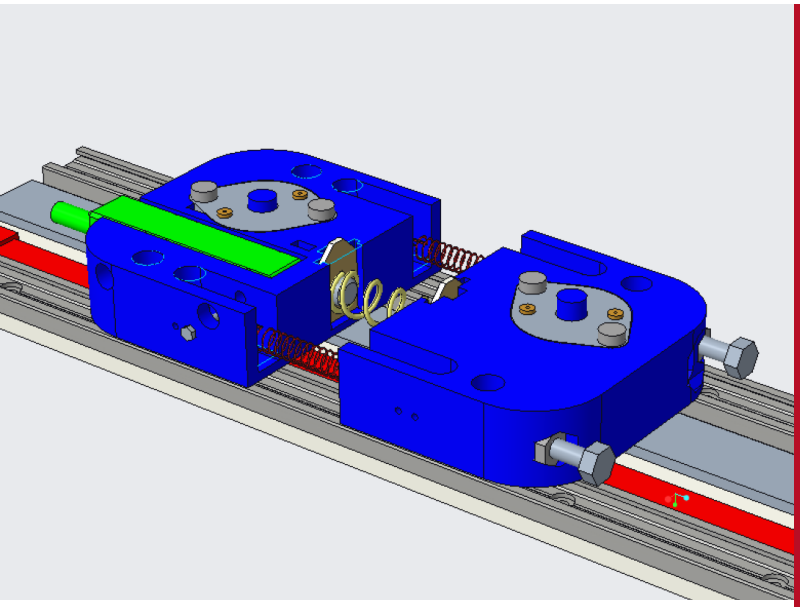


Fig. 2: Progetto di movimentazione rettilinea a "bruco". L'attuazione si ottiene scaldando e raffreddando la "molla" SMA al centro in combinazione con l'attivazione ragionata dei freni sulle rispettive teste.

Descrizione

ACMEC propone metodi di progettazione e procedure di dimensionamento che permettono di sviluppare attuatori che sfruttano leghe metalliche a memoria di forma (SMA) per la loro movimentazione e stampa 3D per le parti strutturali. Il tutto comprende anche la piattaforma di controllo avanzato ACMEC-Drive: l'azionamento elettrico di nuova generazione sviluppato durante il progetto. Su questa piattaforma, che sfrutta potenzialità di edge-computing, si possono implementare gli algoritmi di controllo e diagnostica avanzate che permettono al meccanismo SMA di eseguire la sua funzione in modo ottimale e affidabile. Il design di questi cinematismi avanzati è il risultato della collaborazione tra il gruppo di progettazione meccanica con materiali avanzati del Prof. Andrea Zucchelli del DIN e del gruppo di ricerca ACTEMA del Prof. Andrea Tilli del DEI dell'università di Bologna.

Aspetti innovativi

La principale caratteristica innovativa di questi cinematismi basati su SMA è che il loro design e la loro costruzione, fortemente integrati con l'applicazione o funzione che devono eseguire, permettono di ottenere attuazioni con un alto rapporto tra forza e massa. Questo porta ad una riduzione degli ingombri e della quantità di materiale utilizzata rispetto ai meccanismi equivalenti attuali per ottenere attuazioni equivalenti.

Applicazioni

Tra le possibili applicazioni degli azionamenti basati su SMA vi sono i sistemi di cambio formato e regolazione in macchine e impianti, in particolare quando questi sono difficilmente raggiungibili da operatori e/o la loro attuazione manuale ha un forte impatto negativo sull'OEE (Overall Equipment Effectiveness). Più in generale, questo tipo di attuazione è adatta per tutte le catene meccatroniche che richiedono movimentazioni saltuarie ad alta densità di forza e a basso ingombro.

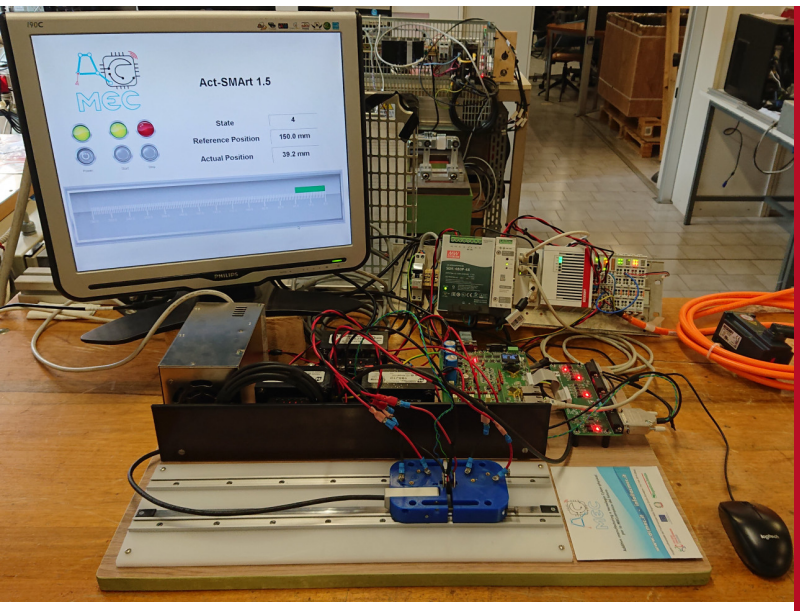


Fig. 3: Act-SMArt, l'azionamento SMA innovativo di ACMEC collegato via EtherCAT, come asse elettrico custom, ad un PLC Beckhoff.

Esempio di applicazione

Act-SMArt, l'attuatore SMA di ACMEC che si può interfacciare via EtherCAT ai controllori industriali commerciali che lo supportano e permette di eseguire movimenti rettilinei.

Act-SMArt integra tutti gli obiettivi del progetto ACMEC e ha il fine di mostrare come sia effettivamente possibile progettare e costruire attuatori di nuova generazione basati su materiali smart e controllori evoluti. In questo caso, mostriamo il setup prodotto in laboratorio per validare l'intera catena meccatronica, compreso l'interfacciamento con computer industriali. Il sistema di attuazione comprende una molla SMA centrale che, scaldata per effetto joule, genera l'azione di "apertura" del movimento. Mentre due molle antagoniste inducono il movimento di "chiusura" durante il raffreddamento. Infine, la combinazione di questi con l'attivazione logica dei freni, anch'essi basati su SMA, fa sì che si possa ottenere un posizionamento in entrambe le direzioni. La performance del meccanismo dipende fortemente dal sensore di posizione utilizzato e dal grado di controllo che si ha del metamateriale: in questo caso abbiamo ottenuto posizionamenti precisi al decimo di millimetro.

Partner coinvolti

Partner di ricerca:

CIRI-MAM dell'università di Bologna, in particolare il gruppo ACTEMA del DEI e il gruppo di progettazione meccanica con materiali avanzati del DIN.
Partner Industriali:

Marchesini Group

Tempi di realizzazione

Per nuovi prototipi: 6mesi. Del progetto: 24mesi.

Livello di maturità tecnologica

TRL 5 - tecnologia validata in ambiente rilevante

Valorizzazione applicazione

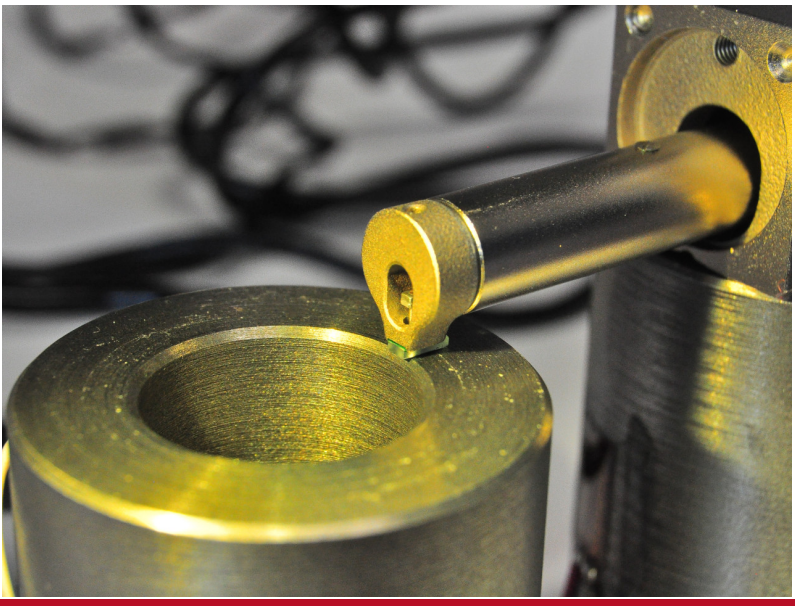
Il setup Act-SMArt è stato presentato alla fiera MESCPE a Bologna dal 23 al 25 Novembre 2021 e ad ogni visita di aziende presso i nostri laboratori durante i LAB DAYS di ACMEC. Inoltre la sua versione più evoluta verrà testata presso una divisione del partner Marchesini Group.

CIRI MECCANICA AVANZATA E MATERIALI

CIRI MAM

Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Meccanica Avanzata e Materiali

Il CIRI-MAM è il Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale dell'Università di Bologna che opera nei settori della Meccanica Avanzata e dei Materiali. E' una struttura creata dall'Università di Bologna nell'ambito del progetto Tecnopoli, sviluppato dalla Regione Emilia Romagna, Programma Operativo Regionale del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale.
Il CIRI-MAM è organizzato su sei unità operative (UO), ognuna caratterizzata da specifiche competenze e dotazioni strumentali: (i) Automazione, robotica e meccatronica, (ii) Materiali avanzati e applicazioni per la nautica, (iii) Materiali avanzati per la progettazione e applicazioni fotoniche, (iv) Materiali strutturati e/o compositi per applicazioni avanzate, (v) Prototipazione virtuale e modellazione sperimentale di sistemi meccanici, (vi) Chimica e tossicologia dei materiali.



Sito web	https://centri.unibo.it/mam/it
Direttore	Massimiliano De Agostinis
Data pubblicazione	21/02/2022