

# Attuatore elettromagnetico a cedevolezza variabile



**INVENTORI:** Rocco Rizzo  
Antonino Musolino  
Sami Barmada  
Valentina Consolo  
Nunzia Fontana  
Luca Sani  
Mauro Tucci  
Emanuele Crisostomi

**STATUS PATENT:** domanda di brevetto

**N° PRIORITÀ:** 102019000020910

**DATA DI DEPOSITO:** 12/11/2019

**ESTENSIONE:** PCT/IB2020/060554

## L'invenzione

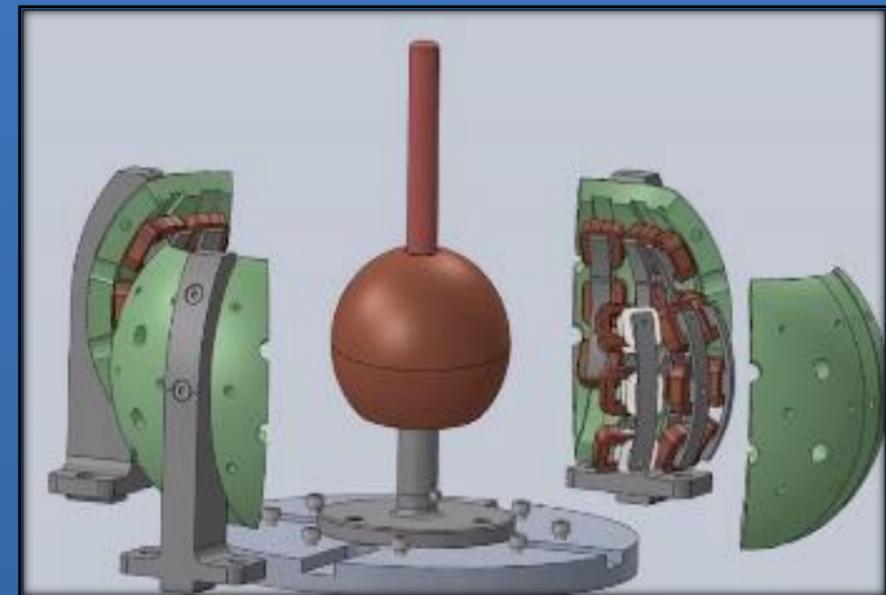
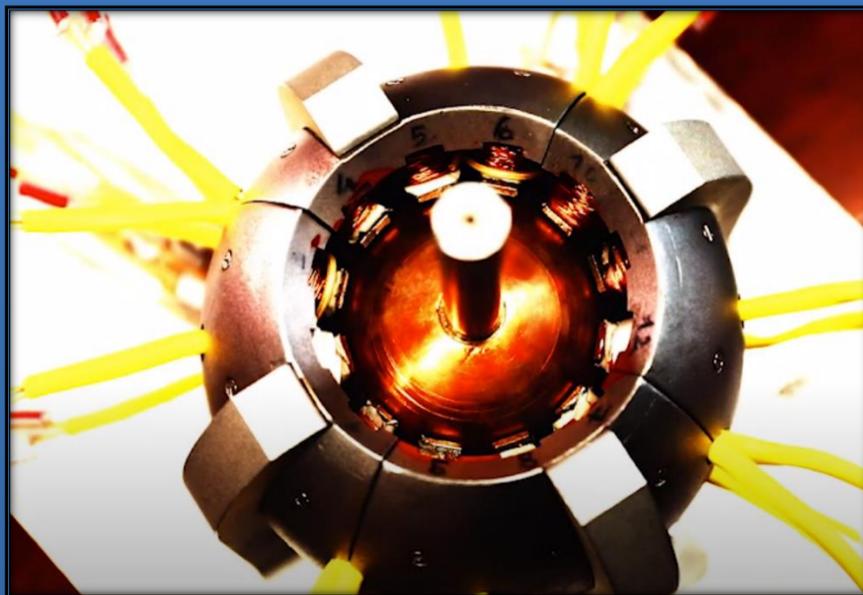
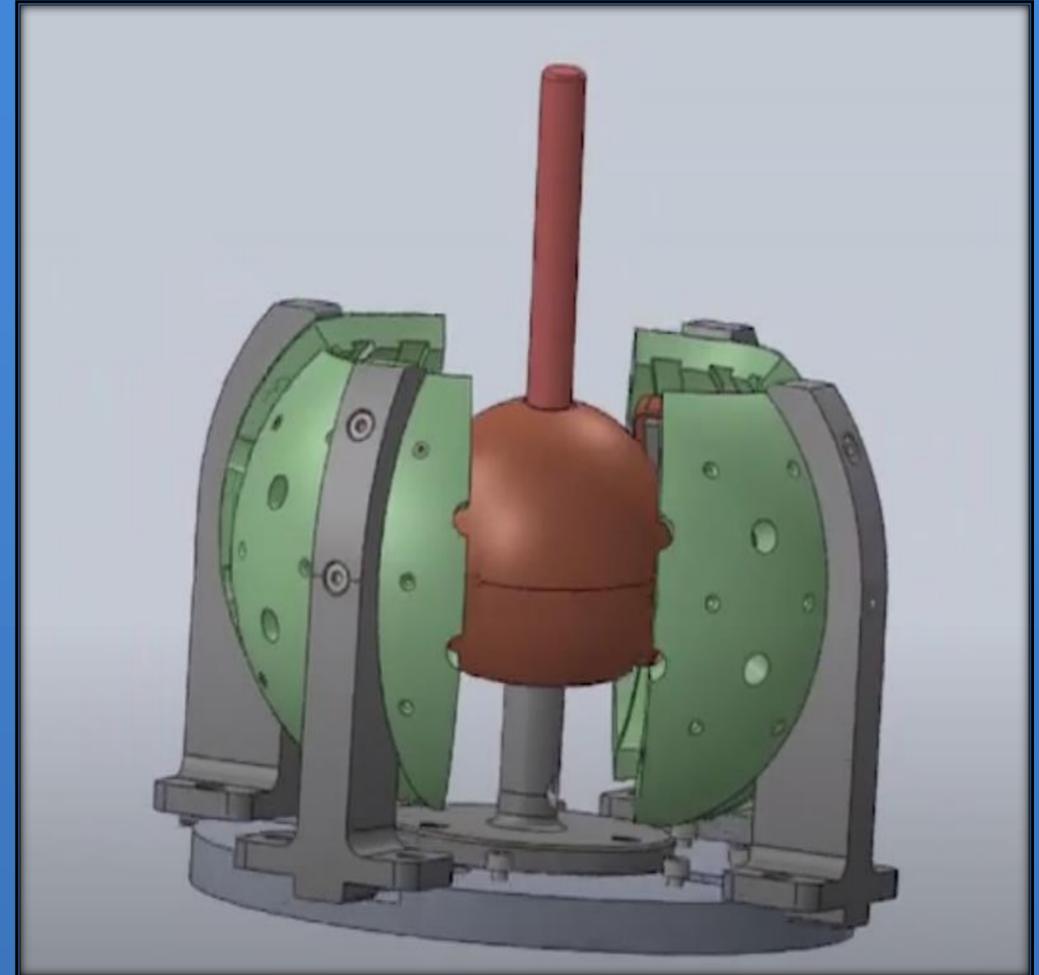


Il dispositivo proposto mira a colmare una lacuna presente attualmente nel campo degli attuatori elettromagnetici e meccanici; non esistono, infatti, attuatori semplici e compatti in grado di produrre contemporaneamente una forza/coppia attiva e una passiva di reazione a cedevolezza variabile. Le soluzioni ad oggi presenti si basano su dispositivi separati e complessi, difficilmente integrabili in volumi ridotti. La presenza di un attuatore unico in grado di funzionare in maniera attiva e passiva potrà portare notevoli vantaggi nella progettazione di sistemi robotici, biomedicali e industriali sia in termini di riduzione della complessità, sia nell'incremento delle prestazioni e delle funzionalità dei sistemi in cui saranno usati.

Il sistema è progettato per fornire **una coppia elettromagnetica attiva e una coppia di reazione interna passiva**. La **coppia elettromagnetica attiva** è prodotta dall'interazione tra il campo magnetico generato da un sistema di avvolgimenti elettrici sullo statore e le correnti indotte su una lamina di alluminio posta sul rotore. La **coppia passiva di reazione**, invece, è ottenuta grazie a un fluido magnetoreologico (MRF) contenuto nel gap tra statore e rotore. Tale fluido è composto da micro-particelle di ferro disperse in una base di olio o acqua. In condizioni di riposo esso si comporta come un comune fluido lubrificante a bassa viscosità. Se il fluido viene eccitato da un campo magnetico esterno, invece, esso cambia le proprietà reologiche diventando semi-solido. In questo modo, controllando opportunamente il campo magnetico di eccitazione del MRF è possibile modulare la coppia passiva di reazione ottenendo un **dispositivo a cedevolezza variabile**.

Il sistema funziona con 3 gradi di libertà (DoF) potendosi muovere nel piano z-x e z-y con un'ampiezza di angolo di circa  $\pm (60^\circ - 70^\circ)$  e potendo ruotare di  $360^\circ$  intorno all'asse z.

Disegni e  
Immagini



## Applicabilità Industriale



L'attuatore elettromagnetico a cedevolezza variabile sviluppato può essere impiegato nella **robotica**, anche di tipo industriale, come “giunto” sferico per le connessioni tra parti mobili; nella **biomedica** l'uso previsto è nella progettazione di protesi speciali o di interfacce aptiche. Il dispositivo può essere in grado di simulare le articolazioni del corpo umano o di ricreare un feedback di forza capace di riprodurre un movimento vincolato, da utilizzare per esempio nelle attività chirurgiche effettuate in remoto, o nell'addestramento del personale (per esempio sanitario) tramite dispositivi virtuali. Inoltre il dispositivo può essere adoperato per la **realizzazione di Joystick** in cui la forza di reazione può essere fatta variare in funzione di diversi parametri (per esempio nella cloche dei simulatori di volo o nelle attività ludiche legate ai videogiochi) o nei **generatori eolici come sistema di avviamento/frenatura controllata** in funzione della velocità del vento e delle sollecitazioni sul sistema di rotazione.

## Possibili Evoluzioni



Un prototipo che attualmente è in fase di testing è stato realizzato grazie ad una partnership con un'azienda del settore che si è occupata dell'effettiva costruzione dei vari componenti del dispositivo e del loro assemblaggio

È prevista la messa a punto di ulteriori prototipi, anche in scala diversa, lo svolgimento di test sperimentali e l'analisi dei risultati per incrementare il TRL del prototipo attuale e dei successivi da realizzare. Come esito di tale fase si avranno a disposizione nuove specifiche da utilizzare per la costruzione di un nuovo prototipo di laboratorio affinato, sul quale effettuare misure sperimentali sia per validare le prestazioni generali, sia per valutare l'attitudine del dispositivo ad essere usato per le applicazioni previste.

**È possibile visionare un video della tecnologia al seguente [LINK](#).**

Per maggiori informazioni:



**Ufficio di Trasferimento Tecnologico dell'Università di Pisa**

**Sede: Lungarno Pacinotti 43/44, Pisa (PI) 56126**

**Sito web: [www.unipi.it/index.php/trasferimento](http://www.unipi.it/index.php/trasferimento)**

**E-mail: [valorizzazionericerca@unipi.it](mailto:valorizzazionericerca@unipi.it)**

Per maggiori informazioni:



**Ufficio Regionale di Trasferimento Tecnologico**

**Sede: Via Luigi Carlo Farini, 8 50121 Firenze (FI)**

**E-mail: [urtt@regione.toscana.it](mailto:urtt@regione.toscana.it)**

