



Sviluppo di un modello matematico per il calcolo delle frequenze proprie di un banco prova per viti a ricircolo di sfere

Wednesday 2 September 2026 16:30 (15 minutes)

1. **Obiettivi** Le viti a ricircolo di sfere sono componenti cruciali per la trasformazione del moto rotatorio in moto traslazionale e hanno un impiego chiave nella movimentazione di utensili di taglio per svolgere lavorazioni per asportazione di truciolo. Esse necessitano, tuttavia, di un'accurata operazione di monitoraggio del precarico tra le sfere e le piste sulla chiocciola e sulla vite, al fine di garantire posizionamenti precisi della tavola. In questo contesto, l'analisi dinamica del sistema permette di ottenere una valutazione indiretta dell'andamento del precarico al variare del tempo. Il lavoro si pone dunque l'obiettivo di sviluppare un modello matematico di equazioni differenziali per ottenere l'andamento dei gradi di libertà del sistema al variare del tempo, riuscendo anche ad ottenere grandezze potenzialmente utili come le pulsazioni proprie del sistema.
2. **Metodi** Per il calcolo delle frequenze proprie del sistema sono stati implementati due modelli matematici. Nel primo caso il banco è stato modellato con un sistema a parametri concentrati mentre nel secondo caso è stato adottato un approccio ibrido in cui alcuni componenti hanno mantenuto un'analisi a parametri concentrati mentre la vite è stata modellata come un sistema continuo. In aggiunta, per entrambi i casi, il vincolo in corrispondenza del cuscinetto assialmente bloccato è stato modellato sia considerando uno spostamento assiale nullo sia introducendo la cedevolezza assiale del cuscinetto come da catalogo. In via preliminare, sono stati considerati i gradi di libertà traslazionali e torsionali e, considerata la dipendenza dei contributi di rigidità dalla posizione assiale della tavola, i termini cinetici e potenziali sono stati ottenuti linearizzando i vari termini in intorno delle differenti configurazioni considerate. La lagrangiana del sistema ha permesso di ottenere il sistema di equazioni differenziali dal quale sono state costruite le matrici di massa rigidità e smorzamento riducendo il problema nella classica forma $M\ddot{q} + C\dot{q} + Kq = 0$. Per il sistema a parametri concentrati è stato possibile sviluppare la lagrangiana considerando che $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial L}{\partial q} = Q_i$ dove il termine Q_i è stato impiegato per introdurre nel modello i termini viscosi. Al contrario, per il sistema ibrido la lagrangiana è stata manipolata considerando il principio variazionale di Hamilton e dunque l'azione S è stata definita come l'integrale temporale della lagrangiana ovvero $S = \Delta_e q \int_{t_1}^{t_2} L(\dot{q}, q, t) dt$.
3. **Risultati** I risultati ottenuti hanno permesso di valutare le differenze tra il modello a parametri concentrati ed il modello ibrido permettendo di analizzare criticamente la necessità dell'introduzione della vite come elemento continuo. Inoltre, è stato ottenuto l'andamento delle pulsazioni proprie al variare della posizione assiale della tavola e sono state analizzate le differenze ottenute inserendo o meno la cedevolezza assiale del cuscinetto assialmente bloccato.
4. **Conclusioni** Nel presente lavoro sono stati sviluppati modelli matematici per l'analisi dinamica di un banco prova di una vite a ricircolo di sfere. In particolare, i modelli implementati sono stati sia a parametri concentrati sia ibridi (parametri concentrati/continuo) includendo o ignorando la cedevolezza assiale del cuscinetto assiale. La diversità dei modelli implementati ha permesso di investigare criticamente l'introduzione di talune approssimazioni come, ad esempio, considerare la vite come elemento discreto e non continuo. La pulsazione propria traslazionale rappresenta, infine, un parametro interessante per il monitoraggio delle viti a ricircolo; infatti, in base ai cataloghi dei principali costruttori di viti, quest'ultimo può essere collegato alla rigidità del contatto tra madrevite e sfere, e dunque al precarico della vite, ed anche alla rigidità del contatto tra le sfere e le piste dei cuscinetti. Il valore di pulsazione propria traslazionale ottenuto dalla modellazione numerica può dunque essere confrontato con il corrispondente valore ottenuto tramite prove su banchi prova valutando la decrescita del precarico durante le condizioni operative.

Co-authors: RUSTIGHI, Emiliano (Universita' degli Studi di Trento); Dr DEFANT, Fabrizio (Pama SpA); BENEDETTI, Matteo (Università di Trento); FONTANARI, vigilio (Università di Trento)

Presenter: ROMANELLI, Lorenzo (Dipartimento Ingegneria Industriale, Università di Trento)

Session Classification: Circular Design

Track Classification: Dinamica