ID contributo: **69** Tipo: **Presentazione orale**

Sviluppo di un'Architettura "In-Wheel"per una Vettura Ibrida di Formula SAE: Progettazione del Motore Elettrico e Dimensionamento della Trasmissione

mercoledì 3 settembre 2025 10:00 (15 minuti)

Negli ultimi anni, lo sviluppo di propulsori ibridi ed elettrici ha assunto un ruolo centrale nell'evoluzione dei veicoli stradali, offrendo una risposta efficace alle crescenti esigenze di sostenibilità e innovazione tecnologica. Nei veicoli da competizione, questo aspetto può rappresentare un'ulteriore sfida innovativa. In particolare, l'uso di motori elettrici permette di sfruttare spazi precedentemente non utilizzati, aprendo a nuove architetture veicolo. Infatti, con i sistemi di trazione "in-wheel"i motori elettrici sono posizionati nel volume all'interno delle ruote, non sfruttato efficacemente con tradizionali motori a combustione interna, migliorando la distribuzione di potenza tra gli assali del veicolo. Questo approccio può portare a una riduzione di peso complessivo del powertrain e ad un utilizzo di tecniche avanzate di controllo dinamico, come ad esempio strategie molto efficaci di torque vectoring, in grado di migliorare trazione, stabilità e manovrabilità in curva. Questo articolo presenta una metodologia per la progettazione e l'ottimizzazione di un sistema "in-wheel"destinato all'elettrificazione dell'assale anteriore di un veicolo di Formula SAE. Lo studio si concentra in particolare sull'integrazione del sistema motore con il gruppo ruota, garantendo il rispetto dei vincoli regolamentari e dimensionali. Il progetto parte dall'analisi della dinamica longitudinale del veicolo e dalla valutazione dei vincoli normativi per definire i requisiti di coppia e potenza del sistema. Per affrontare l'elevato rapporto di trasmissione richiesto e lo spazio limitato, è stato scelto un riduttore epicicloidale a due stadi come soluzione ottimale. È stato sviluppato uno script in MATLAB per individuare le combinazioni di ingranaggi ottimali, valutando le configurazioni che soddisfino sia il rapporto di trasmissione e quindi le prestazioni, sia i vincoli di spazio. Parallelamente, sono state valutate tre diverse taglie di motore elettrico, compatibili con i vincoli di regolamento e di ingombri. Successivamente, è stato determinato l'abbinamento motore-riduttore ottimale al fine di minimizzare la massa dei componenti, limitando l'aumento delle masse non sospese. In questo modo si favoriscono l'integrazione ottimale del sistema, elevate prestazioni e una riduzione della massa complessiva. Queste scelte progettuali hanno portato allo sviluppo di un veicolo ibrido dotato di un sistema di trazione elettrica nell'assale anteriore, a ruote indipendenti, compatto, efficiente e completamente integrato, perfettamente allineato ai vincoli imposti dal layout del veicolo e dalle normative. L'integrazione dei motori all'interno delle ruote anteriori, conservando la configurazione generale del veicolo, rappresenta una grande sfida progettuale ma apporta notevoli vantaggi, tra cui un utilizzo più diretto ed efficiente della potenza elettrica sia in fase di trazione che di frenata. Questa combinazione di prestazioni migliorate e ottimizzazione energetica evidenzia il potenziale di questa tecnologia per il progresso dei veicoli elettrici e ibridi. Il progetto dimostra la fattibilità tecnica di questa architettura per veicoli Formula SAE, fornendo una solida base per ulteriori ottimizzazioni finalizzate a migliorare competitività e sostenibilità.

Autore principale: COGLIANI, Francesco (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia - Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari")

Coautore: Dr. MANGERUGA, Valerio (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia - Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"); Prof. GIACOPINI, Matteo (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia - Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari")

Relatore: COGLIANI, Francesco (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia - Dipartimento di Ingegneria

”Enzo Ferrari”)

Classifica Sessioni: Automotive

Classificazione della track: Automotive