ID contributo: **67** Tipo: **Presentazione orale**

Motore a Due Tempi ad Idrogeno con Pistoni Contrapposti: Analisi dell'Equilibratura in Funzione dell'Angolo di Fase tra i Due Alberi Motore nel Caso di un Sei Cilindri

mercoledì 3 settembre 2025 09:45 (15 minuti)

Il settore automobilistico è responsabile di circa un terzo delle emissioni di CO_2 in Europa e negli Stati Uniti, con le sole auto passeggeri che contribuiscono a circa la metà di queste emissioni. La decarbonizzazione del trasporto su strada è quindi cruciale per raggiungere gli obiettivi climatici globali, come la riduzione del 55% delle emissioni di CO_2 entro il 2035 e la neutralità carbonica entro il 2050, stabiliti dall'Unione Europea. L' utilizzo di motori a combustione interna alimentati ad idrogeno potrebbe rappresentare una soluzione efficace, grazie alla natura priva di carbonio dell'idrogeno. Tuttavia, la combustione di idrogeno può portare alla formazione di ossidi di azoto (NOx) se le temperature raggiungono livelli eccessivamente elevati. Per mitigare questo fenomeno, è necessario operare con miscele ultra-magre ($\lambda > 2.5$), che se da un lato riduce quasi a zero le emissioni di Nox, dall'altro richiede una notevole quantità d'aria aspirata. L'adozione di motori a due tempi con architettura a pistoni contrapposti potrebbe offrire una soluzione efficace per compensare questa perdita di performance, mantenendo dimensioni e potenza specifica comparabili ai motori tradizionali. L'obiettivo di questo studio è analizzare l'equilibratura di un motore a pistoni contrapposti a sei cilindri, considerando parametri chiave che influenzano l'equilibratura dinamica. Il motore analizzato presenta sfide non banali rispetto ai motori convenzionali, principalmente a causa dell'interazione tra i due alberi motore e dei nuovi gradi di libertà progettuali introdotti. Questa ricerca sviluppa un modello analitico per valutare l'equilibratura del motore al variare dei parametri di progettazione. In particolare, vengono analizzati due tipi di geometria degli alberi motore: una con angolo tra le campate di 120° e una con angolo di 60°. Inoltre, si studia l'influenza della direzione di rotazione dei due alberi (co-rotanti o contro-rotanti) e dello sfasamento angolare tra di essi, che può migliorare il lavaggio dei gas, ma può incrementare gli squilibri. I risultati dimostrano che le due geometrie di alberi non presentano vantaggi esclusivi. La prima garantisce una perfetta equilibratura naturale a scapito di una coppia irregolare, mentre la seconda ammette degli squilibri a vantaggio della regolarità degli scoppi. L'adozione di alberi co-rotanti offre il miglior compromesso tra prestazioni e affidabilità rispetto alla configurazione contro-rotante. Infine, l'introduzione di un offset angolare migliora il processo di lavaggio dei gas, ma comporta un aumento dello squilibrio del sistema, richiedendo un'attenta valutazione in fase progettuale. Lo studio affronta un tema non presente in letteratura offrendo una metodologia per lo sviluppo di motori innovativi alimentati ad idrogeno e fornendo linee guida utili soprattutto nelle prime fasi progettuali. Inoltre, l'architettura a pistoni contrapposti, pur essendo analizzata nel contesto dell'idrogeno, potrebbe essere vantaggiosa anche per altri carburanti alternativi, come combustibili sintetici ed ammoniaca, ampliando le prospettive di applicazione di questa configurazione motore.

Autore principale: BARBIERI, Saverio Giulio (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari")

Coautore: Sig. PIERGIACOMI, Andrea (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia - Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"); Dr. GIACALONE, Mauro (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia - Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" - Laboratorio MilleChili)

Relatore: BARBIERI, Saverio Giulio (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari")

Classifica Sessioni: Automotive

Classificazione della track: Automotive