UNIMORE InterMech
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

HybridTec

HybridTec è una power-unit ibrida innovativa per motociclette sport-tourer da circa 100 kW, con dimensioni e pesi equivalenti a quelli dei motocicli endotermici di pari categoria attualmente sul mercato. La tecnologia si basa su un innovativo motore 2-tempi sovralimentato e una componente elettrica in architettura P2+. Il motore termico, progettato specificamente per applicazioni ibride, integra iniezione semi-diretta a bassa pressione, lubrificazione forzata tipo 4-tempi, valvola di scarico a fasatura variabile e compressore meccanico. Questa architettura riduce peso e ingombri, migliora l'efficienza e consente elevata densità di potenza con emissioni ridotte. Il sistema offre guida totalmente elettrica in città e prestazioni termiche superiori nell'extraurbano. Un prototipo monocilindrico da ricerca ha validato il concetto, confermando coerenza col modello 1D e un'efficienza termica del 46% in condizioni stradali tipiche.

Laboratorio	INTERMECH-Mo.Re.
Area di specializzazione	Energia e Sostenibilità, Meccatronica e Materiali
Referenti	Carlo Alberto Rinaldini
Keyword	Motocicletta ibrida, Architettura ibrida compatta e leggera, Riduzione combustibili fossili, Riduzione emissioni

"L'ibrido ad alte prestazioni per la moto del futuro: efficiente, compatto, sostenibile"

HYBRIDTEC

Fig. 1: Logo del progetto HybridTec: una "H" stilizzata che incorpora una scintilla rossa, simbolo dell'integrazione tra componente termica ed elettrica nella power-unit ibrida.

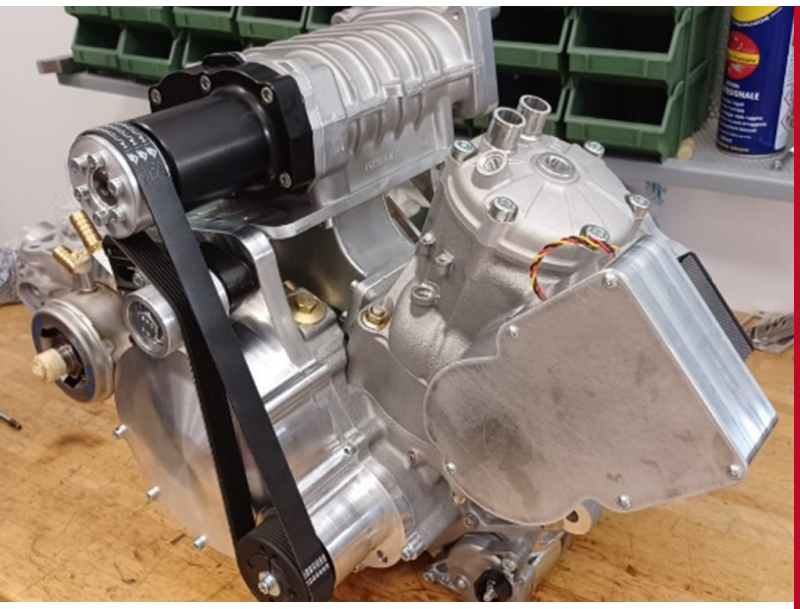


Fig. 2: Foto del prototipo monocilindrico destinato alle prove sperimentali in sala prova motori

Descrizione

HybridTec propone una power-unit ibrida ad alte prestazioni per motociclette sport-tourer, basata su un motore bicilindrico 2-tempi V-90° sovralimentato e su un'unità elettrica installata a monte/valle del cambio (architettura P2+). La piattaforma è dimensionata per superare i 100 kW complessivi mantenendo massa e ingombri compatibili con motori 4-tempi di pari categoria (900–1100 cm³). Il sottosistema elettrico opera a tensione DC <60 V ed è composto da motore elettrico, inverter e batteria da 3 kWh, dimensionati mediante simulazioni di missione (WMTC e utilizzo reale) per garantire autonomia urbana in modalità elettrica (<50 km) e supporto ibrido nei transitori ad alta potenza.
Il motore 2-tempi utilizza loop-scavenging con compressore Roots accoppiato all'albero, bypass per il controllo del carico, iniezione semi-diretta a bassa pressione e lubrificazione forzata tipo 4-tempi. La valvola di scarico a fasatura variabile consente di modulare la frazione di gas residui intrappolati e il rapporto di compressione effettivo, migliorando stabilità di combustione, efficienza e compatibilità con strategie CAI/HCCI. L'architettura privilegia elevata densità di potenza, ridotte perdite meccaniche, tempi di risposta rapidi ai transitori e geometria compatta idonea all'integrazione motociclistica.

Aspetti innovativi

Il motore 2T HybridTec è sviluppato espressamente per applicazioni ibride, superando le limitazioni tipiche del ciclo 2T grazie a soluzioni tecniche avanzate.
La sovralimentazione con compressore meccanico sostituisce il carter-pompa, consentendo lubrificazione separata e miglior controllo del flusso, nonché la sovralimentazione.
L'iniezione semi-diretta a bassa pressione riduce il cortocircuito della carica fresca, mentre la valvola di scarico a fasatura variabile modula l' EGR interno e compressione effettiva. L'elevata turbolenza in camera di combustione migliora miscelazione e velocità di combustione, favorendo strategie CAI/HCCI per alta efficienza ai carichi parziali, difficili da attuarsi su motori sia 2T che 4T di pari caratteristiche.
Rispetto allo stato dell'arte, HybridTec offre: riduzione di peso e volume del motore, minori perdite meccaniche, gestione ottimizzata della combustione, compatibilità con normative emissive future e integrazione efficiente in powertrain ibridi ad alte prestazioni.

Applicazioni

La power-unit HybridTec è concepita per motociclette sportive ibride, ma le sue caratteristiche di elevato rapporto potenza/peso, compattezza ed efficienza la rendono adatta anche ad altri settori con vincoli di massa e ingombro stringenti.
Tra le applicazioni potenziali vi sono motocicli stradali e sportivi, veicoli ibridi leggeri, vetture sportive prodotte in piccoli numeri, droni di grandi dimensioni (UAV) e velivoli ultraleggeri, dove l'equilibrio tra potenza, peso, ingombro, autonomia e sostenibilità rappresenta un fattore chiave di competitività tecnologica.

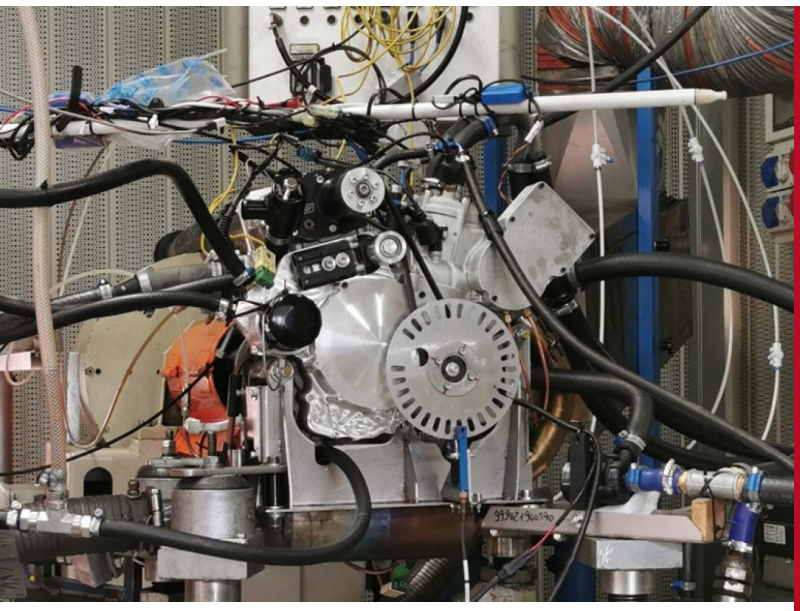


Fig. 3: Foto del prototipo monocilindrico in sala prova motori per la conduzione di test sperimentali

Esempio di applicazione

Testing del prototipo monocilindrico presso la sala prova motori del Centro Intermech, Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" - UniMORE

Il concetto HybridTec è stato applicato allo sviluppo di un motore monocilindrico da ricerca rappresentativo del futuro bicilindrico 2-tempi. Il prototipo integra compressore Roots, iniezione semi-diretta a bassa pressione, valvola di scarico a fasatura variabile e lubrificazione tipo 4-tempi.
Le prove al banco hanno consentito la validazione del modello 1D, mostrando scostamenti inferiori al 2% per Indicated Mean Effective Pressure (IMEP) e Brake Mean Effective Pressure e confermando la corretta previsione delle condizioni termofluidodinamiche nei condotti.
In funzionamento CAI a 3500 rpm – BMEP 1.2 bar sono stati ottenuti: Indicated Thermal Efficiency = 46%, coefficiente di variazione della IMEP = 3.1% e Peak Pressure Rise Rate = 0.95 bar/°CA, dimostrando elevata efficienza e bassa rumorosità di combustione.
A pieno carico, le proiezioni indicano per il bicilindrico finale una potenza di 89 kW con Brake Specific Fuel Consumption = 260–275 g/kWh.

Partner coinvolti	HyperTec Solution srl Centro InterMech - MO.RE. - Centro Interdipartimentale per la Ricerca Applicata e i Servizi nel Settore della Meccanica Avanzata e della Motoristica dell'Università di Modena e Reggio Emilia CRIT Vertex Bimota
Tempi di realizzazione	24 mesi
Livello di maturità tecnologica	TRL 6 - tecnologia dimostrata in ambiente rilevante
Valorizzazione applicazione	E' in corso di sviluppo un primo prototipo di motociclo e, parallelamente, si stanno esplorando possibili ulteriori applicazioni.

UNIMORE InterMech
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

INTERMECH-Mo.Re.

Centro Interdipartimentale per la Ricerca Applicata e i servizi nella Meccanica Avanzata e nella Motoristica



Il Centro promuove e coordina studi e ricerche intersettoriali nel campo dell'industria manifatturiera, con particolare attenzione ai settori: Meccanica, Automotive, Motoristica, Robotica, Aerospace, Energia, Meccatronica, Materiali e Superfici, Biomedica; amalgamando tecnologie innovative, con un approccio interdisciplinare. Il Centro si propone quale interlocutore degli Enti Pubblici per la realizzazione e la gestione dei Tecnopoli nelle province di Modena e Reggio Emilia, si impegna a sviluppare progetti nel settore industriale indicati nell'accordo di programma inerente la costituzione dei Tecnopoli nelle provincie di Modena e Reggio Emilia. Il Centro favorisce le iniziative scientifiche e formative atte a promuovere collaborazioni negli ambiti culturali di interesse, a livello regionale nazionale ed internazionale. Inoltre, il Centro si propone come punto di riferimento per le Imprese del territorio che necessitano di consulenza, servizi e collaborazioni per lo sviluppo di nuovi prodotti e processi. Il Centro inoltre coordina i laboratori e i gruppi di ricerca, gestisce programmi di ricerca, anche in collaborazione con altri Atenei, Enti pubblici o privati e partecipa all'organizzazione di corsi, seminari e convegni, collabora alla redazione e divulgazione della Normativa Tecnica; promuove la pubblicazione di lavori scientifici; offre collaborazione scientifica e consulenza tecnica a tutte le imprese che necessitano delle sue competenze.

Sito web	http://www.intermech.unimore.it
Direttore	Luca Montorsi
Data pubblicazione	29/12/2025