

# **Progetto di Ricerca e Piano di Attività per l'Assegno di Ricerca dal Titolo:**

## **“Progettazione di strumenti innovativi per il test di motopropulsori convenzionali e ibridi-elettrici”**

### **PROGETTO DI RICERCA**

Il Progetto di Ricerca si colloca nell'ambito di una collaborazione pluriennale tra il DIN ed il reparto Ricerca e Sviluppo di Alma Automotive srl, spin-off dell'Università di Bologna. La recente acquisizione, da parte di Alma Automotive, di Borghi e Saveri srl, azienda specializzata nella produzione di freni a correnti parassite e freni idraulici, ha infatti promosso idee innovative nell'ambito dei sistemi per il test di powertrain convenzionali, ibridi ed elettrici, portando a investire su una piattaforma modulare, che consentirà di frenare potenze molto rilevanti in modalità ibrida (freno elettro-idraulico) permettendo peraltro l'adozione della sola macchina elettrica, dove le potenze necessarie fossero più modeste.

L'idea principale consiste nello sfruttamento delle positive caratteristiche delle macchine idrauliche (costi ridotti di macchina e impianto, ingombri e inerzia limitati a parità di potenza), superandone i limiti (controllo impreciso della coppia, scarsa propensione al funzionamento in modalità transitorie, impossibilità di erogare coppia motrice per trascinare la macchina da testare) tramite l'accoppiamento con un motogeneratore elettrico. L'adozione di macchine elettriche di provenienza automotive potrebbe poi portare significativi vantaggi in termini economici, rispetto alle unità disponibili oggi sul mercato.

D'altra parte, il test della macchina frenante presuppone la presenza di una macchina motrice in grado di esplorare parte significativa del campo di funzionamento del freno. Per questo motivo alla attività di sviluppo del freno ibrido se ne affianca una non meno importante, che peraltro non si esaurisce necessariamente con la prima, consistente nella messa in funzione al banco prova di un motore con caratteristiche interessanti dal punto di vista della ricerca scientifica sui motori a combustione interna. Il motore selezionato è il GME (Global Medium Engine), prodotto da FCA, equipaggiato da sistema di gestione elettronica dell'alzata valvole (MULTI-AIR), iniezione di combustibile in camera di combustione, sistema di sovralimentazione e doppio circuito EGR. Su questo tipo di motore il gruppo di ricerca svolge attività insieme a un partner industriale (Magnetit Marelli Powertrain) col quale sono state svolte con continuità attività negli ultimi venti anni, e l'attività prevista, al di là delle operazioni connesse al montaggio al banco, sarà orientata prima al setup del sistema di controllo motore (centralina di sviluppo Magnetit Marelli), poi alla possibilità di far funzionare il motore con un diverso sistema di controllo (SPARK, prodotto da Alma Automotive srl), sul quale sono implementabili algoritmi di controllo scritti in Simulink o LabVIEW.

Le principali tematiche che si intende affrontare con la prima delle due attività svolte tramite l'Assegno di Ricerca riguardano la progettazione meccanica dell'accoppiamento (parti rotanti e parti basculanti) tra freno idraulico e macchina elettrica, e del basamento del freno, in configurazione idraulica, elettrica e ibrida. Si prevede poi di verificare le prestazioni della macchina idraulica, in condizioni stazionarie e transitorie, per consentire l'implementazione di un modello che permetterà lo sviluppo del sistema di controllo del freno, sia in configurazione idraulica che mista. L'obiettivo finale consiste nel test al banco della macchina idraulica e del relativo sistema di controllo e la verifica della funzionalità del collegamento meccanico tra macchina elettrica e macchina idraulica.

Per quanto concerne la seconda attività prevista, le fasi del suo svolgimento possono essere inquadrare come descritto in seguito. Una volta messo in funzione il motore con centralina di sviluppo, in modo da farlo funzionare come generatore di coppia per consentire il test del sistema frenante, si provvederà alla sostituzione del sistema di controllo con una unità di Rapid Control Prototyping, garantendo le stesse

funzionalità di base. A questo punto potranno però essere implementati algoritmi di controllo aggiuntivi rispetto a quelli già presenti nel sistema di controllo originale, ad esempio orientati al controllo in feedback della combustione. In questo ambito risulterà possibile verificare la funzionalità di sensori di pressione in camera a basso costo per il controllo della combustione, obiettivo ultimo della seconda attività. Tale obiettivo potrà essere perseguito, tra l'altro, testando sul motore o alla pressa sensori di diversa tipologia, progettandone nuove versioni, allo scopo di migliorarne l'accuratezza e l'affidabilità, contenendo i costi.

Le due attività potranno essere svolte in parallelo.

## **PIANO DI ATTIVITA'**

L'attività di ricerca si articolerà secondo le seguenti fasi:

### **1. Attività di sviluppo teorico-sperimentale del freno ibrido elettro-idraulico**

- 1.1 Progettazione meccanica della macchina ibrida, con particolare riferimento al collegamento tra macchina elettrica e macchina idraulica, sia nelle parti rotanti che in quelle basculanti.
- 1.2 Progettazione del basamento per la macchina ibrida, con verifica di varianti per le sole macchine idraulica ed elettrica.
- 1.3 Test della macchina idraulica: collegamento delle parti elettriche, meccaniche, idrauliche della macchina ai rispettivi impianti di sala prove per consentirne il funzionamento.
- 1.4 Collegamento del motore endotermico al banco prova (si veda il punto 2.1).
- 1.5 Raccolta dati in condizioni stazionarie su una parte significativa del campo di funzionamento (coppia, velocità di rotazione) del motore.
- 1.6 Raccolta dati in condizioni transitorie.

### **2. Montaggio al banco prova del motore e sviluppo del sistema di controllo**

- 2.1 Montaggio al banco del motore (realizzazione della culla, scelta del giunto per il collegamento al freno), cablaggio delle parti elettriche, completamento delle connessioni idrauliche della macchina ai rispettivi impianti di sala prove per consentirne il funzionamento.
- 2.2 Messa in funzione del motore con ECU di sviluppo, e, successivamente, con ECU RCP.
- 2.3 Predisposizione del sensore di pressione a basso costo.
- 2.4 Verifiche funzionali del sensore alla pressa e sul motore.
- 2.5 Progettazione di modifiche costruttive per massimizzare l'accuratezza, contenere i costi e migliorare la robustezza del sensore.

Il Tutor

Prof. Vittorio Ravaglioli

Bologna, 25/10/2020

