

PROGETTAZIONE DI UN VEICOLO DA CORSA ELETTRICO

a cura di

prof. Federico Cheli – Vehicle Dynamics and Control
prof. Francesco Braghin – Mechatronic Systems and Laboratory

Descrizione del corso

Il corso mira a fornire le nozioni di base per la **progettazione** di un **veicolo da corsa elettrico**. Si parte da una rassegna delle specificità dei veicoli da corsa rispetto ai veicoli da strada. Si approfondiscono quindi tre aspetti chiave per le prestazioni del veicolo da corsa: l'**aerodinamica**, la **trazione** e il **controllo**. Sebbene questi aspetti siano rilevanti per qualsiasi veicolo da corsa, ci si focalizza sul veicolo elettrico che ha specifiche esigenze in termini di alloggiamento delle **batterie**, permette di adottare motori elettrici in ogni ruota e, grazie alla maggiore prontezza del motore elettrico rispetto a quello endotermico, consente di adottare logiche di controllo che esprimano le **massime prestazioni** dall'interazione pneumatico-asfalto. Per favorire la comprensione dei concetti che verranno via via esposti, si farà riferimento al progetto del veicolo da **Formula Student** sviluppato dagli studenti del Politecnico di Milano.

Organizzazione

Il corso è suddiviso in 4 moduli; durante ogni modulo gli studenti avranno accesso a diversi **materiali didattici online**, tra cui presentazioni, video e testi di riferimento. Gli studenti saranno in contatto costante con docenti e tutor del Politecnico. Inoltre, grazie a un forum online potranno lavorare insieme agli altri iscritti all'interno di una classe virtuale. È prevista infine anche la partecipazione a **webinar**, tenuti direttamente dai direttori dei reparti tecnici del **team DynamiΣ** del Politecnico di Milano. Alla fine dei 4 moduli, coloro che avranno consegnato tutte le esercitazioni riceveranno un **attestato** di partecipazione e un **badge digitale**, da allegare al proprio cv.

Altri docenti coinvolti

Prof. Paolo Schito – Vehicle Aerodynamics

Prof. Davide Tarsitano – Electrical Drives for Industry and Transport Applications

Struttura del corso

Modulo 1 – Il veicolo da corsa:

Cosa distingue un veicolo da corsa da un normale veicolo? Contrariamente a quanto si pensa, un veicolo da corsa non può essere adattato a diventare un veicolo normale da strada né viceversa, in quanto la **progettazione**, nei due casi, persegue obiettivi completamente diversi. In questo modulo, partendo da una rassegna delle principali innovazioni sviluppate in ambito **motorsport**, si metteranno a fuoco gli aspetti salienti del veicolo da corsa, dalla progettazione ai materiali fino alle **soluzioni tecnologiche** (tenendo sempre conto dei vincoli imposti dal regolamento, che indirizza e stimola le scelte dei progettisti).

Modulo 2 – Il powertrain del veicolo da corsa elettrico:

Se concesso dal regolamento, la configurazione che permette di massimizzare le prestazioni di una vettura da corsa elettrica è quella con **powertrain distribuito** ossia con motori elettrici integrati nei mozzi (i cosiddetti in-wheel motors). In tal modo, infatti, l'architettura è a quattro ruote motrici e la coppia erogata può essere resa funzione del carico istantaneo agente sulla ruota stessa (e quindi del limite di attrito). Ovviamente, una tale soluzione ha anche degli svantaggi, in quanto la **massa non sospesa** (quella del cerchio, del mozzo e del

freno) aumenta significativamente modificando il comfort del veicolo e il feeling di sterzo da parte del pilota. A valle di un'introduzione generale sulle architetture per il powertrain, si prenderà in considerazione il caso specifico della vettura da Formula Student del Politecnico di Milano.

Modulo 3 – L'aerodinamica del veicolo da corsa elettrico:

Guardando una vettura da F1 si notano subito le innumerevoli **appendici aerodinamiche** e si intuisce quanto sia complessa la loro progettazione, che richiede sia simulazioni fluidodinamiche che prove in galleria del vento. Una vettura elettrica ha ulteriori complicazioni derivanti dalla necessità di **alloggiare batterie** tipicamente molto ingombranti e dalla presenza di motori elettrici installati in ogni mozzo che – per quanto efficienti – necessitano di un raffreddamento dedicato. A valle di un'introduzione generale sugli approcci **simulativi e sperimentali**, si prenderà in considerazione il caso specifico della vettura da Formula Student del Politecnico di Milano.

Modulo 4 – Il controllo del veicolo da corsa elettrico:

I motori elettrici sono caratterizzati da **transitori** molto più brevi che non i motori a combustione interna. Ossia sono in grado di erogare la coppia richiesta in tempi brevissimi, nonché di recuperare energia quando si frena. Queste caratteristiche, unite alla disponibilità di un motore in ogni ruota, richiedono all'ingegnere di pista di sviluppare logiche di controllo che permettano al pilota di scaricare a terra la potenza disponibile nel miglior modo possibile, ossia massimizzando l'accelerazione senza “bruciare” gli pneumatici e l'energia recuperata in frenata (in modo da ridurre al minimo l'ingombro e il peso delle batterie da portarsi dietro).

Note biografiche

Federico Cheli – Nel 2000 è diventato professore ordinario di Meccanica Applicata alle Macchine al Politecnico di Milano. Ha svolto attività scientifica nel campo della dinamica, stabilità e controllo dei sistemi meccanici, con particolare focus sui veicoli ferroviari e stradali, sui veicoli ibridi/elettrici e sui veicoli connessi e autonomi. Il suo lavoro di ricerca ha portato a più di 450 pubblicazioni scientifiche su riviste e atti di convegni nazionali e internazionali. È responsabile del gruppo di ricerca Road Vehicle Dynamics del Dipartimento di Meccanica, tutor universitario del team DynamiΣ del Politecnico di Milano e membro del comitato del laboratorio interdipartimentale I_DRIVE.

Francesco Braghin – Dal 2015 è professore ordinario in Meccanica Applicata alle Macchine presso il Politecnico di Milano. È autore di circa 280 pubblicazioni scientifiche e responsabile di diversi progetti/contratti di ricerca. La sua attività di ricerca più recente si svolge nel settore della dinamica dei veicoli (sia stradali che ferroviari) e della mecatronica. In particolare, per quanto riguarda i veicoli si occupa della modellistica degli pneumatici e della loro interazione con il terreno nonché dell'applicazione di algoritmi di controllo ottimo alla progettazione di veicoli ibridi ed elettrici. È referente del gruppo di ricerca Mechatronics & Robotics del Dipartimento di Meccanica, tutor universitario del team DynamiΣ del Politecnico di Milano (insieme al prof. Cheli) e coordinatore del laboratorio interdipartimentale E4Sport.