



ID contributo: 138

Tipo: **Presentazione orale**

Comando remoto dell'impianto frenante in simulatori di guida HiL applicando una nuova metodologia di integrazione fra componenti ad elevato grado di automazione

mercoledì 3 settembre 2025 12:45 (15 minuti)

Abstract:

I simulatori di guida di tipo Hardware-in-the-Loop (HiL) sono validi strumenti di lavoro che permettono di supportare i tecnici durante molte delle fasi di sviluppo di una nuova vettura, assicurando efficienza e flessibilità nell'intero ciclo di vita del prodotto. Ciononostante, questi approcci non sono semplici da mettere in atto e, introducendo reali componenti all'interno della stazione di guida, introducono un elevato grado di complessità e richiedono del lavoro aggiuntivo necessario ad interfacciare i componenti reali della vettura, i componenti attivi necessari per imporre le condizioni di moto e di carico su tali componenti e infine i modelli numerici impiegati per simulare il comportamento di quanto non fisicamente installati sul banco (modello di veicolo, pneumatico, etc.) [1].

Relativamente ai componenti meccatronici della vettura presenti nel test rig, anche il solo processo di emulazione dei segnali del network della vettura, sfruttando i tipici protocolli di comunicazione automotive, è visto come una delle maggiori difficoltà pratiche. Le ragioni di ciò risiedono nel fatto che il grado di interconnessione (logica e funzionale) fra tutti i componenti della vettura è elevato e replicarlo in modo esatto all'interno del simulatore di guida è complesso; in aggiunta, non sono presenti in letteratura molte metodologie strutturate per affrontare questa attività e quelle disponibili commercialmente, oltre ad eseguire operazioni basilari e specifiche, sono intrinsecamente legate a specifici dispositivi hardware.

Infine, affrontando il tema dei componenti attivi usati per riprodurre condizioni di moto e/o carico sui componenti della vettura (impianti frenanti, sistemi di sterzo, coilover), non è banale definire il grado di interfaccia fra i comandi del guidatore, tali componenti attivi ed infine i modelli numerici; i sistemi devono infatti riprodurre condizioni del tutto analoghe a quelle sperimentate in vettura nella realtà senza alterare il funzionamento e, infine, devono garantire un'interfaccia con i modelli numerici impiegando variabili di controllo fisicamente rilevanti e robuste. Se l'interfaccia con i modelli numerici, infatti, avviene utilizzando variabili deboli si rischia che le sessioni di guida producano dei risultati non allineati a quelli misurati nelle prove sperimentali in pista, facendo venire meno tutti i presupposti con cui nascono i simulatori HiL [1, 2].

La presente attività, nel dettaglio, analizza questi aspetti nell'ambito dell'impianto frenante della vettura, presentando la remotizzazione del test rig Hardware-in-the-Loop rispetto alla stazione di guida dove siede il guidatore.

Nelle prime sezioni dell'articolo viene ripercorsa la rilevanza dell'introduzione dell'impianto frenante all'interno di un simulatore di guida in ottica di sviluppo, debug e calibrazione componente in modo anticipato ed in ambiente sicuro e ripetibile [3]. Successivamente, l'importanza e la necessità di un metodo capace di prefigurare il grado di interconnessione fra tutti i componenti inclusi nel simulatore ed i modelli numerici viene presentato ed ampiamente discusso. Dopo tali fasi, viene proposta una nuova metodologia di integrazione di tali componenti in ambiente MATLAB-Simulink e l'architettura di controllo dei componenti fisici presenti sul banco. I vantaggi strategici e di tempo permessi dalla metodologia esposta sono discussi nel dettaglio, permettendo di comprendere quanto la proposta risponda ad una reale necessità industriale. Infine, la metodologia presentata viene applicata su un caso reale e, al fine di valutare il corretto esito dell'attività, vengono eseguite alcune sessioni di guida impiegando il simulatore. L'analisi dei dati pubblicati dai componenti inclusi nel banco HiL conferma, oltre alla positività dell'esito, i vantaggi che possono essere ottenuti dall'impiego di approcci Hardware-in-the-Loop remotizzati nel campo dei simulatori di guida.

In conclusione, l'articolo oggettiva i risparmi di tempo garantiti dal metodo di integrazione proposto e con essi le implicazioni strategiche nel passaggio ad approcci Hardware-in-the-Loop.

Obiettivi:

L'attività presentata all'interno dell'articolo mira a descrivere una nuova metodologia di integrazione fra

elementi reali e virtuali all'interno di simulatori di guida HiL con l'obiettivo di semplificare il processo di setup del simulatore. Nell'applicare questa metodologia, viene scelto un caso studio che coinvolge l'impianto frenante della vettura e viene presentata una nuova architettura capace di garantire la remotizzazione del test rig rispetto alla stazione di guida. La validazione della procedura, ottenuta mediante sessioni di guida, ha come obiettivo confermare la corretta funzionalità dei componenti inclusi nel banco; infine, viene analizzato l'effetto della metodologia proposta sui tempi necessari all'esecuzione di queste attività rispetto allo stato dell'arte.

Metodologia:

Prevalentemente numerica, corroborata da validazione sperimentale (componenti reali, ambiente simulato).

Riferimenti:

1. Anticaglia, Alessio, et al. "Enabling the capabilities of Hardware in the Loop for steering feel characterization on a dynamic simulator." International Munich Chassis Symposium. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2023.
2. Veneroso, L., et al. "Modelling, testing and validation of an innovative AEB control logic on a Hardware-in-the-loop test bench." IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 1275. No. 1. IOP Publishing, 2023.
3. Heydrich, Marius, et al. "Hardware-in-the-loop testing of a hybrid brake-by-wire system for electric vehicles." SAE International Journal of Vehicle Dynamics, Stability, and NVH 6.10-06-04-0031 (2022): 477-487.

Autore principale: ANTICAGLIA, Alessio (Università degli Studi di Firenze)

Coautore: VENEROSO, Luca (Università Degli Studi di Firenze); RONCHI, Leandro (Università Degli Studi di Firenze); ANNICCHIARICO, Claudio (Meccanica 42 S.R.L); CAPITANI, Renzo (Università Degli Studi di Firenze)

Relatore: ANTICAGLIA, Alessio (Università degli Studi di Firenze)

Classifica Sessioni: Automotive

Classificazione della track: Automotive