

MODELLO DINAMICO DI 'GAJARDA AWD' VEICOLO DI FORMULA SAE A TRAZIONE INTEGRALE

Introduzione

Lo scopo di questo studio è stato quello di creare un modello dinamico per una monoposto che partecipa al campionato di Formula SAE. Nel 2017 il veicolo di 'Sapienza Corse', denominato 'Gajarda AWD', ha partecipato alle gare di Varano de' Melegari e Hockenheim ottenendo rispettivamente un secondo posto all'evento di design e la vittoria del 'Most Innovative Powertrain Award' promosso da MTU Friedrichshafen.

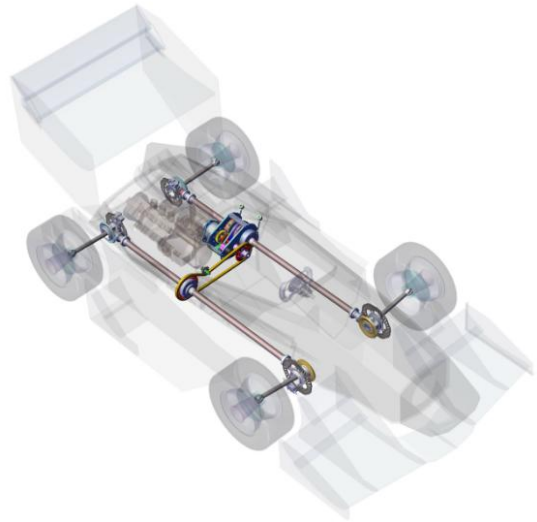
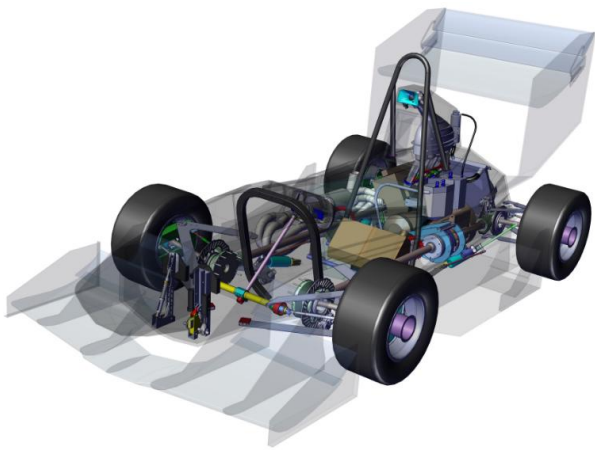


Le caratteristiche tecniche di Gajarda AWD

La monoposto partecipa alla categoria 'Combustion Vehicles', riservata alla competizione dei veicoli equipaggiati con motore a combustione interna ed è la prima vettura di questa categoria ad avere la trazione integrale.

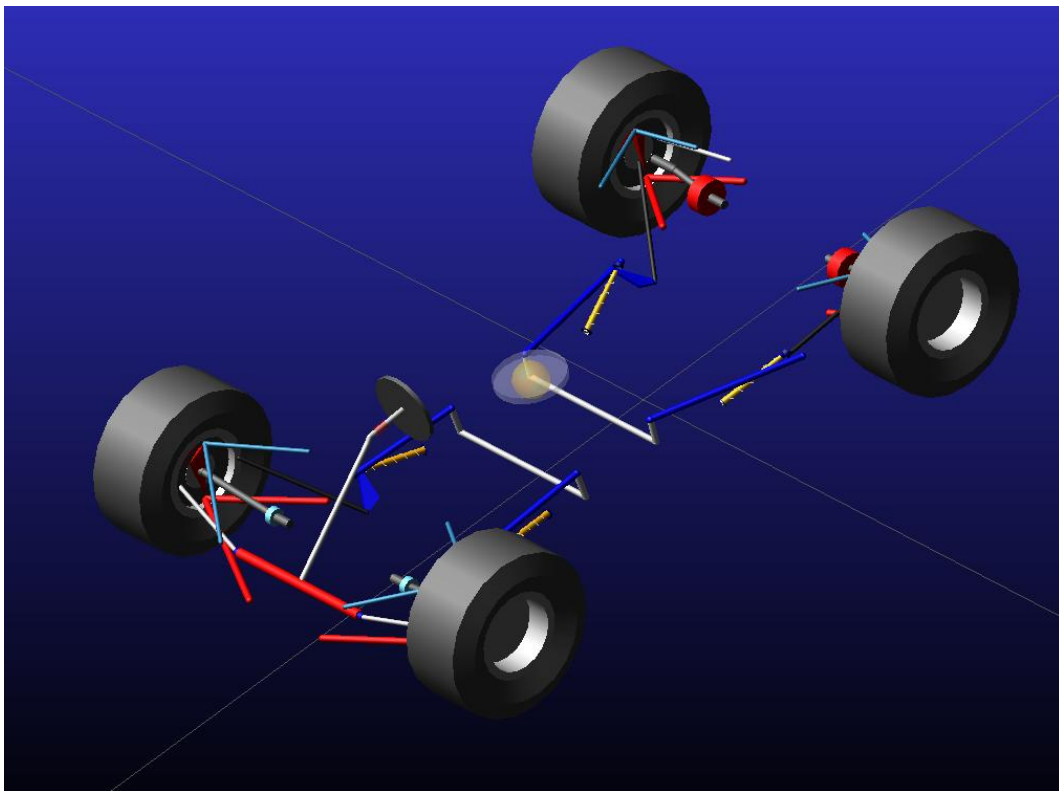
Essa adotta:

- motore Honda 599 cm³ quattro cilindri in linea aspirato, alimentato a etanolo E85 e in grado di erogare una potenza massima di 60 kW (82 cv)
- lubrificazione a carter secco
- cambio sequenziale elettroattuato a cinque rapporti
- trazione integrale a tre differenziali con schema ad H, distribuzione di coppia anteriore-posteriore (40:60) e con ripartizione variabile di coppia destra-sinistra grazie al Torque Vectoring System con attuazione elettronica
- braccetti delle sospensioni in fibra di carbonio
- monoscocca in fibra di carbonio
- cerchi, portamozzi e mozzi in fibra di carbonio
- pacchetto aerodinamico con DRS



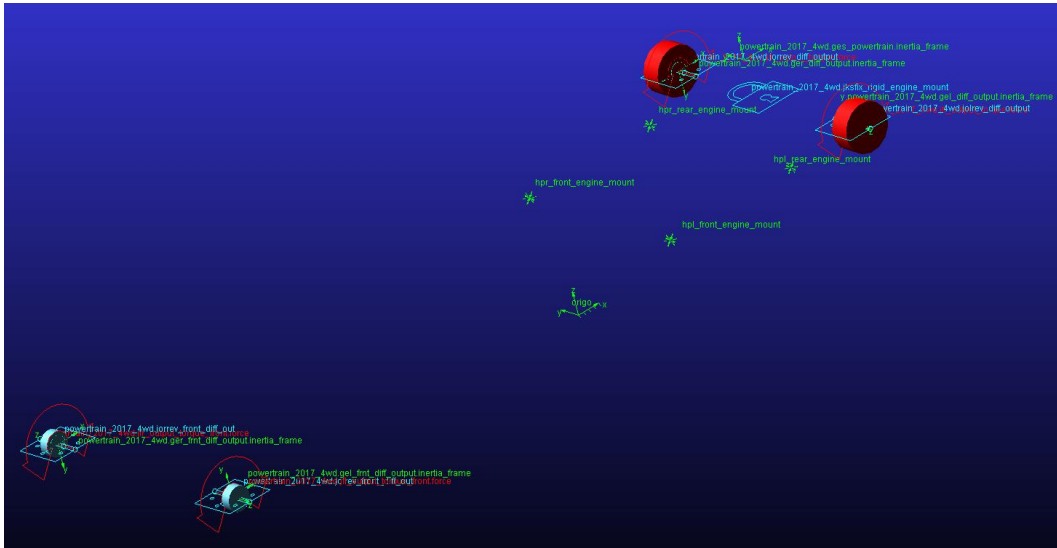
Il modello

Realizzato con l'ausilio di ADAMS/CAR, tale modello parte dalla modifica di alcuni templates già esistenti per la Formula SAE che sono stati riadattati per rappresentare al meglio le caratteristiche del veicolo. Si è principalmente intervenuti su sospensioni, powertrain e sterzo.



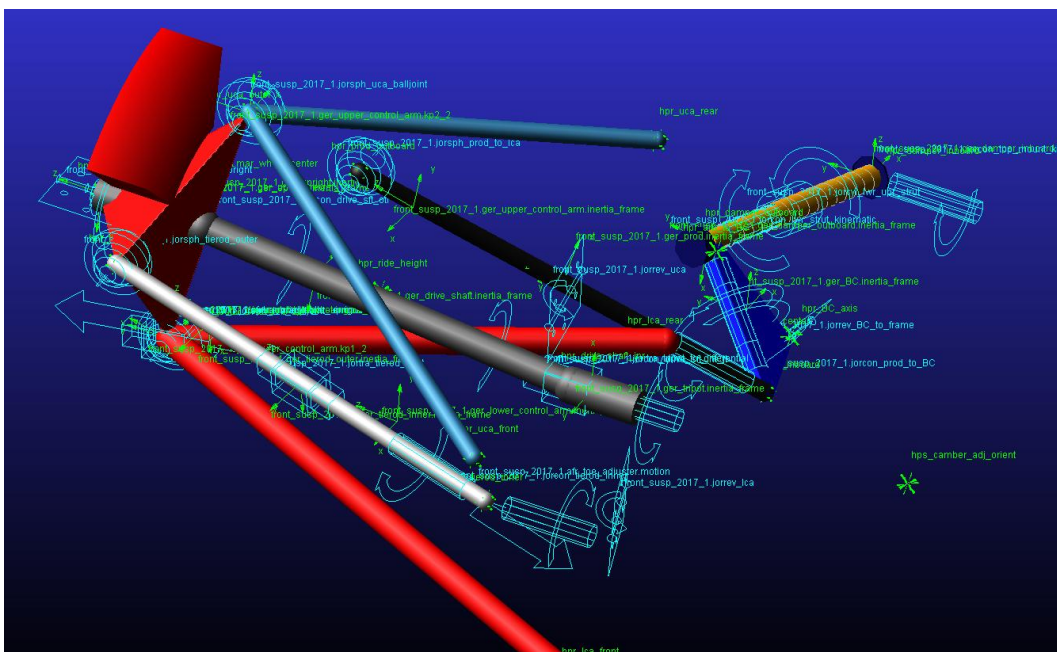
Il powertrain

La caratteristica principale di Gajarda AWD è la trazione integrale con le specifiche sopra riportate. Per riprodurla si è deciso di introdurre due addizionali joint-force actuators per le ruote anteriori (rispetto al normale template che ne presenta solo due per le ruote posteriori). La distribuzione di coppia è ottenuta usando due ulteriori state variables (per ruota destra e sinistra), dividendo la coppia totale fornita dal motore e assegnando ai quattro attuatori una certa percentuale di queste due variabili.



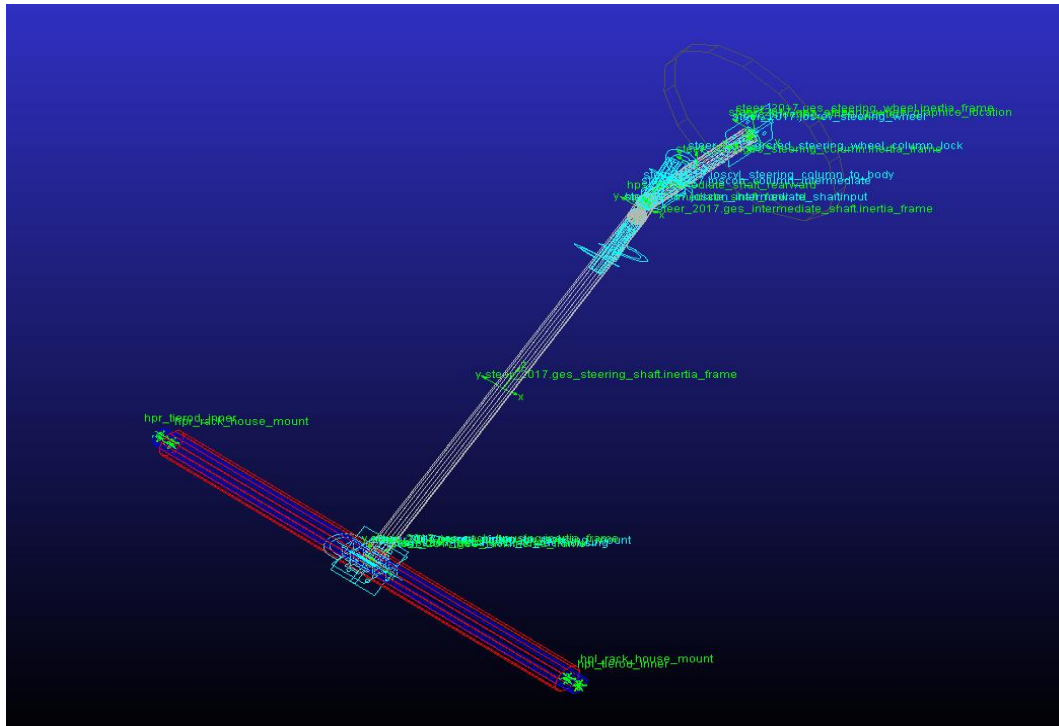
Il sistema sospensivo

I subsystems delle sospensioni anteriore e posteriore sono ottenuti tramite l'uso di un solo template per entrambe. Questa scelta riduce il numero totale dei templates necessari per il modello e permette di introdurre direttamente i semiassi nel sistema sospensivo anteriore, fondamentale per creare il modello a trazione integrale. Ai semiassi anteriori vengono collegati gli attuatori discussi nel powertrain e per distinguere il sistema anteriore dal posteriore è stata introdotta una switch part per permettere la connessione con il sistema dello sterzo.



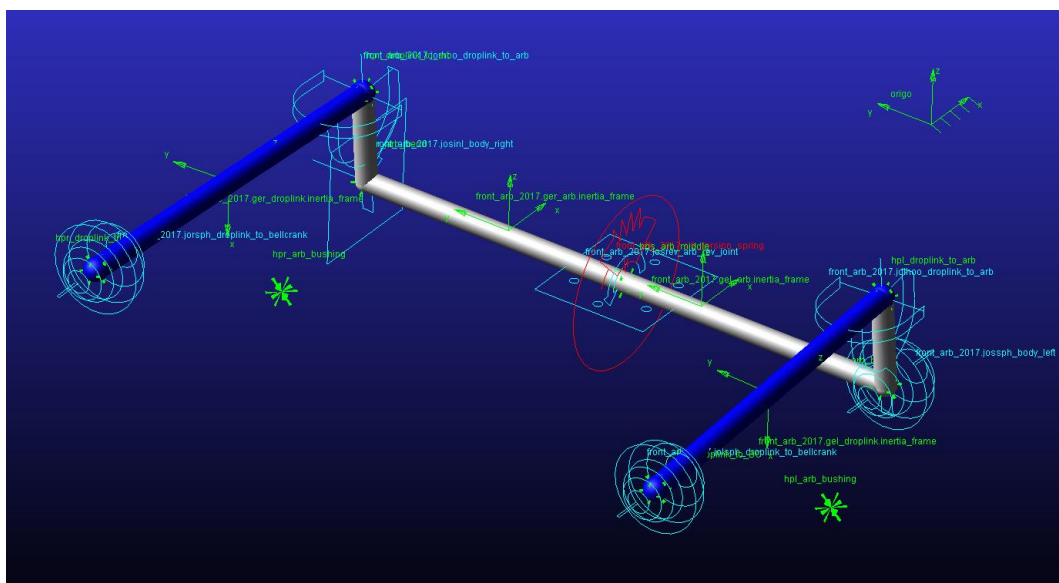
Lo sterzo

Per il subsystem che contiene le geometrie dello sterzo, è stato scelto di utilizzare un modello generico con un sistema a cremagliera con un giunto conico che consente la trasmissione del moto tra i vari alberi. La scatola dello sterzo è fissa, mentre la cremagliera rispetto al suo alloggiamento si muove con un giunto di traslazione. Il collegamento con la sospensione è modellato come accennato in precedenza con il collegamento sulla cremagliera dello sterzo e vi sono i parametri massimi relativi all'angolo di sterzata, all'angolo del volante, agli spostamenti della cremagliera e alle forze e coppie di sterzo.



Barre antirollio

Per le barre antirollio, la logica è simile a ciò che è stato fatto per le sospensioni, utilizzando un modello univoco per entrambi i subsystems. In questo caso è stato modificato il modello FSAE di base introducendo ulteriori punti di ancoraggio e giunti sferici per garantire il collegamento con le sospensioni.



Le simulazioni

Le simulazioni effettuate utilizzando il modello riguardano la simulazione dell'accelerazione e dello skidpad (prova dinamica dell'evento che prevede che le auto percorrano un circuito a forma di otto).

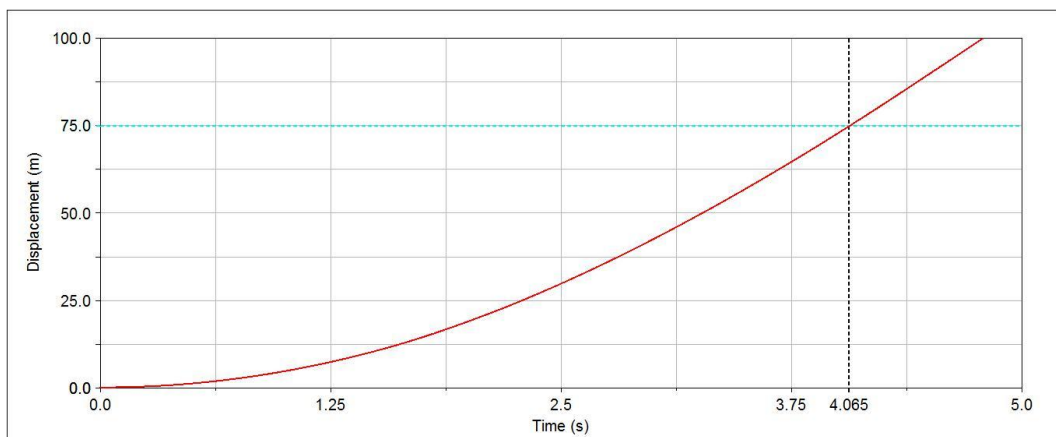
Simulazione dell'accelerazione

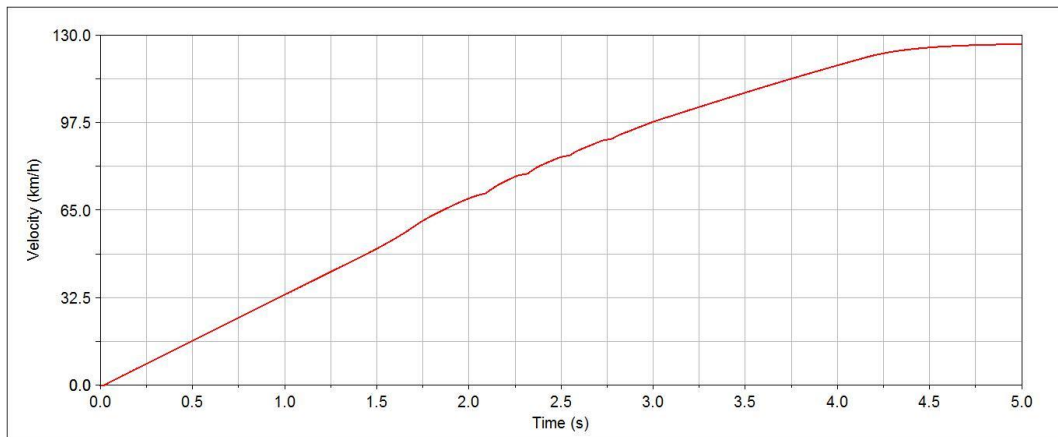
Per riprodurre accuratamente il test di accelerazione si è deciso di non utilizzare la modalità di accelerazione standard del software ma di creare un test utilizzando la modalità Event Builder. In questo modo si può eseguire correttamente l'avvio dell'auto e la manovra completa è stata suddivisa in tre mini-manovre successive che riproducono singolarmente il rilascio della frizione, l'accelerazione nella prima marcia e la progressione finale con i cambi di marcia controllati dal programma.

The screenshot displays the Event Builder configuration interface. At the top, a task configuration table is shown with the following data:

Name	Active	Abort Time	Step Size	Sample Period
START	yes	2.0	0.001	0.01
KEEP	yes	10.0	0.001	0.01
WOT	yes	10.0	0.001	0.01

Below the table, three detailed configuration panels are shown for the 'START', 'KEEP', and 'WOT' events. Each panel includes tabs for 'Steering', 'Throttle', 'Braking', 'Gear', 'Clutch', 'Conditions', and 'Linear'. The 'START' panel shows 'Actuator Type' set to 'rotation', 'Control Method' to 'open', and 'Control Type' to 'step'. The 'KEEP' panel shows 'Control Value' set to 1.0. The 'WOT' panel shows 'Control Method' set to 'machine' and 'Control Type' to 'constant'.

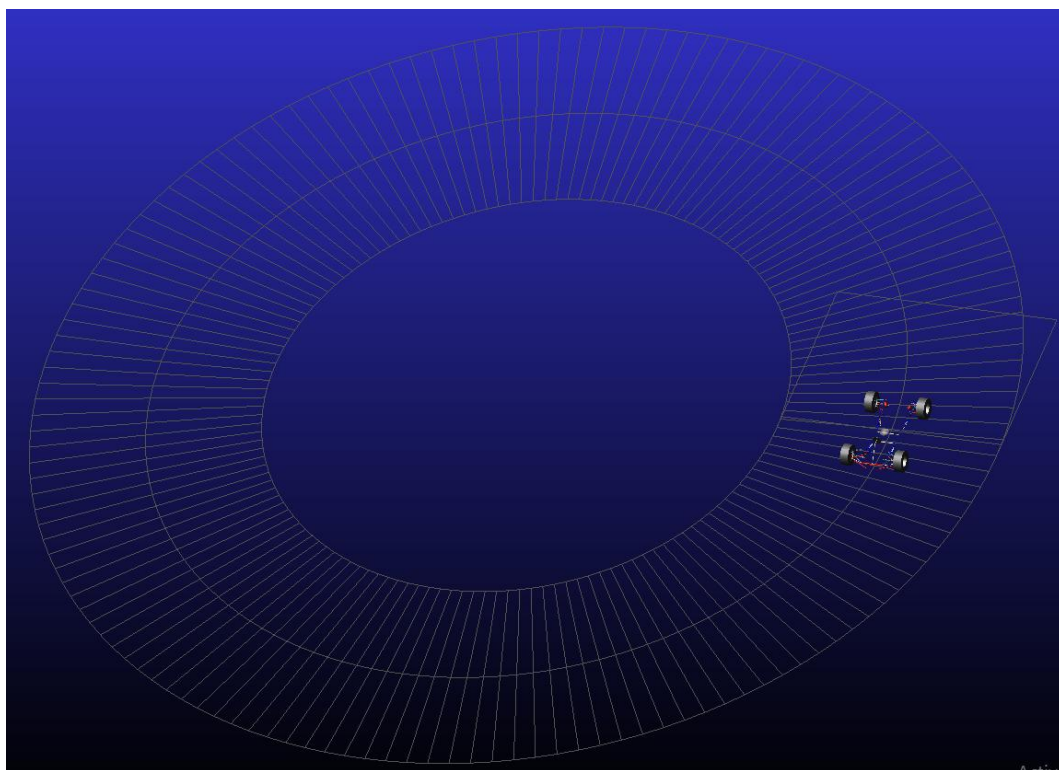


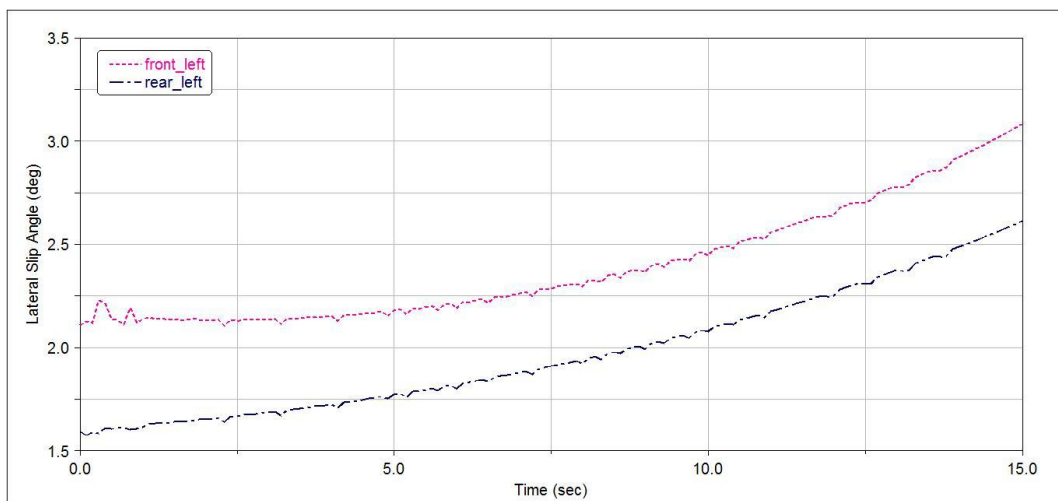
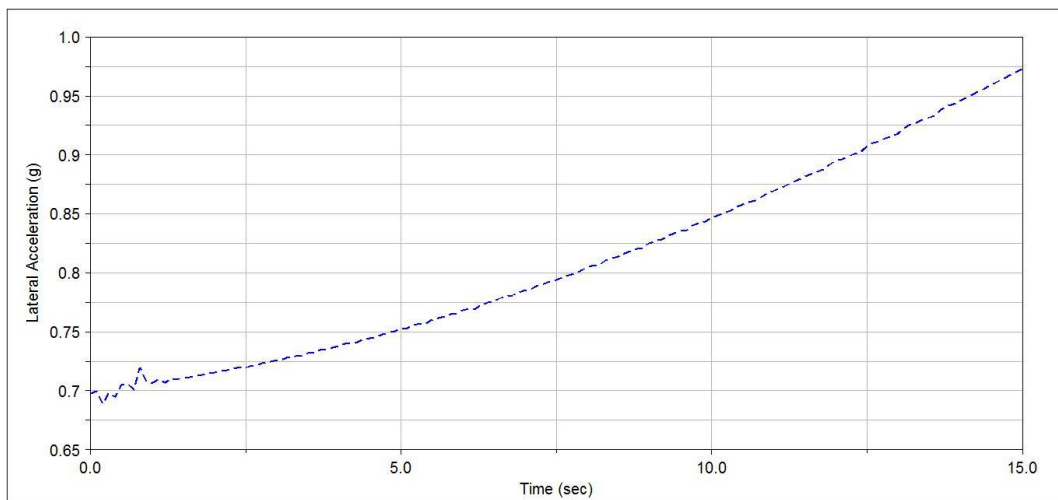
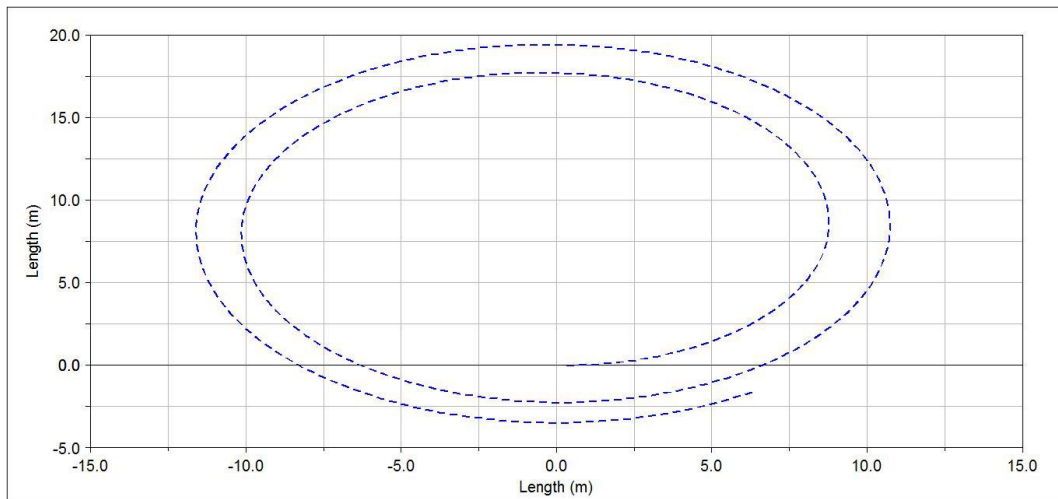


Dai seguenti grafici si possono notare il tempo per percorrere 75 metri (lunghezza del tragitto rettilineo per l'evento dinamico dell'accelerazione) e la velocità raggiunta.

Simulazione dello skidpad

Lo Skidpad Test è approssimato dalla "Full Vehicle Analysis: Constant Radius Cornering". Permette di analizzare le dinamiche della vettura impostando le caratteristiche stradali dell'evento, la durata della manovra, l'accelerazione o la velocità iniziale e finale.





Conclusioni

Questo modello è stato utile per effettuare uno studio dinamico del veicolo tenendo in considerazione la particolare trazione integrale e le caratteristiche delle sospensioni.

*Daniele Cortese e Manuel Galeazzi
Università Sapienza, Roma*