

## Modello matematico per la simulazione del comportamento dinamico di uno scooter in marcia rettilinea

A.Baldussu<sup>a</sup>, R.Capitani<sup>a</sup>, G.Frosali<sup>b</sup>, A.Meneghin<sup>a</sup>,

<sup>a</sup> Dipartimento di Meccanica e Tecnologie Industriali, Università degli Studi di Firenze,  
e-mail: renzo.capitani@unifi.it

<sup>b</sup> Dipartimento di Matematica Applicata, Università degli Studi di Firenze,  
e-mail: giovanni.frosali@unifi.it

**Parole chiave:** Dinamica, scooter, modello matematico

### Sommario

L'utilizzo di modelli matematici di calcolo sempre più articolati, robusti ed accurati consente di simulare ed analizzare il comportamento dinamico di sistemi anche particolarmente complessi.

Attualmente, nell'ambito degli studi in campo motoveicolistico, il modello generalmente utilizzato per la simulazione del comportamento dinamico della moto in marcia rettilinea è concettualmente derivato da analoghi sviluppati nell'ambito automobilistico ed è composto da un sistema a 4 g.d.l. con masse disaccoppiate collegate tra di loro ed al terreno tramite gruppi molla/smorzatore. Nella fattispecie il modello della moto è composto da due masse, collegate al terreno tramite i gruppi molla/smorzatore, che rappresentano la quota parte delle masse dell'avantreno e del retrotreno non sospese e da una massa, collegata alle precedenti ancora tramite gruppi molla/smorzatore, che rappresenta la parte del motociclo sospesa sulle sospensioni (Figura 1).

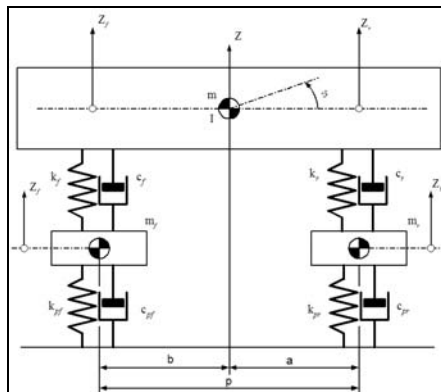


Fig.1 – Modello a 4 g.d.l.

Tale modello può consentire di analizzare, seppure in maniera semplificata, il comportamento in marcia rettilinea di una moto, ma presenta evidenti limiti nella modellazione di motoveicoli tipo scooter, dal momento che non considera in modo esplicito l'influenza del gruppo motore/forcellone, le cui caratteristiche inerziali non possono evidentemente essere trascurate.

Per tale motivo, nell'ambito del presente lavoro, è stato proposto un modello originale per la simulazione dinamica del comportamento in marcia rettilinea di uno scooter in grado di riprodurre il contributo del gruppo motore/forcellone. Il modello precedentemente descritto è stato perciò modificato mediante l'inserimento, di un vincolo rotazionale, che consente l'accoppiamento dei moti di rotazione relativa tra la massa non sospesa posteriore (motore) e la massa sospesa (Figura 2).

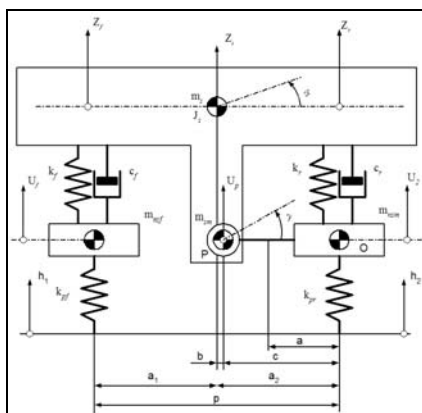


Fig.2 – Modello proposto

Le equazioni di moto del modello sono state scritte sotto forma di equazioni di Lagrange con formulazione generalizzata, in cui sono state inserite anche le funzioni di dissipazione dovute alle forze che nascono da campi non conservativi, e sono state quindi sviluppate nell'ambiente Simulink di MATLAB®. I risultati ottenuti sono stati successivamente sottoposti a validazione tramite il confronto con i segnali acquisiti durante prove sperimentali condotte su un veicolo reale, opportunamente strumentato per acquisire le accelerazioni dei punti significativi. I parametri inerziali e le caratteristiche delle sospensioni e dei pneumatici del veicolo sono stati inseriti all'interno del modello matematico. I risultati delle simulazioni, confrontati con i segnali acquisiti sperimentalmente, hanno permesso di validare il modello numerico sviluppato.

## Bibliografia

- [1] V.Cossalter: *Motorcycle Dynamics*, Publisher Lulu.com, ISBN 978-1-4303-0861-4 (2006)
- [2] M. Guiggiani: *Dinamica del Veicolo*, Città Studi Edizioni Torino, ISBN: 88-251-7300-8 (2007).
- [3] J.Bradley: *The Racing Motorcycle - A technical guide for Constructor vol. 2*, Broadland Leisure Publications, ISBN 9780951292938 (2003).
- [4] R.S.Sharp, D.J.N.Limebeer, *A Motorcycle Model for Stability and Control Analysis*, Multibody System Dynamics 6, pp.123-142 (2001).
- [5] T.S.Liu, J.S.Chen, *Non linear analysis of stability for motorcycle running straight at low speed*, JSME, vol. 35, n°4 (2002).